

# Radiový Konstruktér

ROČNÍK I

1965

č. 6

Těžiště zájmu amatérů se v posledních letech trochu změnilo. Platil-li ještě před několika lety amatérsky postavený rozhlasový přijímač za něco docela pozoruhodného, nedá se to tvrdit už dnes. Dnes už dominují nejrozmanitější elektronická zařízení. Chce-li tedy v současné době dojít amatér nějakého uznání, musí se věnovat tomuto odvětví. Tuto skutečnost konečně jasně dokazuje i výstava sovětských radioamatérů a amatérských konstruktérů, pořádaná každoročně v Moskvě, kde je možno shlédnout vynikající konstrukce ze všech odvětví elektroniky.

V této brožuře bychom se chtěli věnovat nejmodernějšímu odvětví vědy a techniky - kybernetice. Chtěli bychom tak trochu poodhalit roušku nad tímto tajuplným

oborem vědy. Najde-li se snad mezi čtenáři někdo, kdo by věřil, že amatérský konstruktér jen těžko může něco dokázat v tomto nejmodernějším vědním oboru, můžeme jej hned na několika případech poučit o závažném omylu. V Německé demokratické republice je popularizována amatérská činnost v kybernetice především časopisem Funkamateur. Za poměrně krátkou dobu jeho vycházení vznikla již mezi amatéry celá řada velmi zajímavých konstrukcí, které vzbudily pozornost mezi vědci.

Jsou to kybernetická vozidla a především pak „kybernetická želva“, které vzbudily pozornost veřejnosti a upozornily na záslužnou činnost amatérských konstruktérů.



Také televize se zabývala naší činností. V součinnosti s ní byla uspořádána mezi amatéry soutěž ve stavbě kybernetických modelů, jež vyústila ve velmi zajímavé pořady. Televizním divákům byly předvedeny modely kybernetických vozidel a byly objeveny nové talenty mezi amatérskými konstruktéry.

Je jen naším největším přáním, aby amatérští konstruktéři v Československu mohli z našich dosavadních zkušeností, uvedených v této brožuře, načerpat co nejvíce poučení. Kromě toho čeká na vyřešení ještě celá řada problémů, při kterém by nám českoslovenští amatérští konstruktéři mohli velmi vydatně pomoci.

V současné době se např. zabýváme vývojem většího vozidla, pohybujícího se bez lidské obsluhy po vyznačené bílé čáře. Konečné vyřešení tohoto problému jednoho dne podstatně zlepší a zjednoduší vnitřní dopravu ve velkých výrobních závodech. V rámci GST (Gesellschaft für Sport und Technik) spolupracujeme též na zřízení plnoelektronické střelnice. Přitom na elektronickém principu je sledováno nejen zasažení cíle, ale na tomtéž principu pracují i pušky a pistole. Výsledek této snahy? Předně podstatná úspora střeliva, v druhé řadě silné snížení nehodnosti a konečně i snížení počtu obsluhujícího personálu střelnice.

Přitom pochopitelně dále zdokonalujeme „kybernetickou želvu“. Chceme např. dokázat, aby uměla rozlišovat mezi jednotlivými odstíny barev. Další vývojové práce amatérských konstruktérů se zabývají vyučovacími stroji pro výcvik a výuku. Jak sami vidíte, je náš program skutečně velmi zajímavý.

Na jedno bychom chtěli upozornit. Budete-li se totiž pokoušet postavit popsané v této brožuře modely, nebudeste mít pravděpodobně k dispozici tytéž součástky a stavební díly, jakých jsme použili my. Ale budete mít zcela určitě něco

podobného a pak, vynálezavý amatérskonstruktér si přece ví vždy rady!

Přesto si však nemohu odpustit dát vám alespoň dvě důležité rady. Při případné konstrukci kybernetického vozidla použijte vozidla pásového (tank, traktor atd.), přičemž je podstatné, aby každý pás měl svůj vlastní motor. Zcela jednoduchým řízením obou pohonného motorů lze pak ovládat všechny pohyby. Metoda s volantem je náročná na mechanické provedení, které může zvládnout jen zkušený konstruktér. Druhá rada se týká uspořádání a zapojení. Zvykejte si raději hned od počátku každý jednotlivý stupeň stavět samostatně, jako elektrický modul. Přitom není nutné stavět jednotlivé moduly technikou plošných spojů. Touto stavebnicovou technikou si podstatně usnadníte práci. Kromě toho pak můžete jednotlivé díly, jako např. časovou základnu, multivibrátor, oscilátor, relé atd. použít i pro několik účelů.

Zbývá mi už jen vám poprát ve stavbě popsaných modelů mnoho úspěchů a radosti.

*Inž. Karl-Heinz Schubert – DM2AXE  
odpovědný redaktor časopisu  
„Funkamateur“*

## Oprava

V minulém čísle RK se nám nepodařilo vyvarovat se několika chyb, některé z nich jsou tak zřejmé, že jste si je jistě již sami opravili. Přesto zde uvádíme všechny chyby, které se nám podařilo zjistit.

Na str. 40 na obr. 54 jsou rozměry zkrácené antény uvedeny v mm, vzdálenost prodlužovací cívky od anténního izolátoru má být správně 700 mm. Analogicky ve třetím rádku zhora na téže stránce má být „1200 mm vyhovuje...“

Na str. 52 na obr. 71 má být na obrazci plošného spoje modulátoru vodivě spojen + vývod s plochou, na které je upevněn  $R_4$  a  $D_2$ . Máte-li destičku plošného spoje již hotovou, spojte obě plochy izolovaným drátem, jinak můžete spojovací plošku vytvořit přímo měděnou folií po předchozí úpravě vzdáleností ploch mezi  $R_{19}$  a  $k_{10}$ .

Na str. 53 na obr. 72 chybí ve výkresu rozměr rámu Det. „A“. Na tomto detailu má být znázorněn způsob připájení příček, ale i bez tohoto detailu je způsob mechanické konstrukce rámu dosti zřejmý.

Na str. 60 na obr. 84 jsou hned dvě chyby. Zdroj 12 V je zkratován, což je zjevná chyba a věříme, že nikoho nezmýlila. Spoj od – polu zdroje má být spojen s pravým vývodem tlumivky  $Tl_3$ , analogicky se zapojením vysílače soupravy Multton II na obr. 64 na IV. stránce obálky.

A konečně, v seznamu součástí pro vysílač Multton II na str. 63 není uveden odpor  $R_{17}$  – TR 113 2k2.

Věříme, že laskavý čtenář omluví tyto nepříjemné nedostatky jinak určitě zajímavého čísla 5.

Na upozornění našeho čtenáře uvádíme též opravu článku GDO 2,5 ÷ 250 MHz v RK 3/65. Náhradní ekvivalent pro D7Ž není 35NP75, ale 36NP75, na schématu na str. 61 má být v řadě mřížce elektronky 6F32 odpor 16 k $\Omega$  a má být připojen na dolní vývod potenciometru 25 k $\Omega$ . Dále, na str. 37 je na obr. 53 horní neoznačený odpor 10 M $\Omega$  a na str. 46 má být na obr. 61 odpor 50  $\Omega$  připojen na odbočku 120 V primáru síťového transformátoru.

---

**Všem našim čtenářům a příznivcům přejeme příjemné prožití vánočních svátků a mnoho úspěchů v novém roce 1966 – jak v osobním životě, tak i v práci, hlavně radioamatérské**

# Amatérské KYBERNETICKÉ modely

Inž. Karl-Heinz Schubert  
(ve spolupráci s R. Oettelem)

Kybernetika je ještě velmi mladý vědní obor, který se samostatně rozvíjel teprve během dvou posledních desítek let. Jako konečně každá jiná věda vznikla i kybernetika na základě požadavků společenské praxe. Potřeba stálého zlepšování výrobních prostředků, vědecko-technický pokrok, částečná i úplná automatizace průmyslu s cílem vyrábět stále lépe a levněji se konečně projevila v dalším a vyšším rozvoji ovládací a řídicí techniky. Na relativně vysokém stupni teoretického vývoje ovládací a regulační techniky se začalo vytvářet nové a velmi zajímavé vědecké odvětví, které umožňovalo automatické řízení jednotlivých procesů. Toto odvětví rychle roste, nabyla v krátké době velkého významu a nazývá se kybernetika.

## I. Základy kybernetiky

Technická fyzika, zvláště regulační a ovládací technika je základem, ze kterého kybernetika vzešla. Kybernetika však jde ještě o podstatný krok dále tím, že pomáhá k maximální automatizaci řízení jednotlivých výrobních procesů. Tato automatizace se však přitom neomezuje jen na procesy materiální výroby, ale sehrává svou významnou roli i v národně hospodářském plánování. Toto vše podmínilo nutnost vzniku všeobecné teorie

o řízených procesech a jejich automatizaci. Tím byl dán počátek kybernetiky.

Zeza neodvisle na ni vzniklo ještě velmi příbuzné odvětví elektronických počítacích strojů, které je velmi úzce spjato s problémy řízených procesů. Všechny druhy věd, především však matematika, fyzika a různé obory techniky, si vyžadují řešení komplexních úloh, jejichž provádění dosavadními způsoby se jevilo jako naprosto nehospodárné a dílčím způsobem i naprosto nemožné. Ukázalo se totiž, že všechny tyto úlohy mohou řešit jen rychlé elektronické automaty, které byly vyvinuty zvláště po II. světové válce. Tyto počítací stroje potřebovaly k optimálnímu využití určitou racionální metodu. Bylo totiž nutné, aby nejen samy uspořádávaly matematické operace, ale aby současně řídily též jejich provádění. K tomu bylo třeba dalšího intenzívního rozvoje teorie informací jako třetího základního kamene, na kterém je kybernetika budována. Pod pojmem technické kybernetiky je dlužno rozumět:

- teorii systému automatického řízení a zpracování informací,
- teorii informací (zákonitostí v přenášení signálů)
- a teorii logických obvodů a počítacích strojů.

Slovo kybernetika má původ ve starořeckém *kybernetikos*. Již Platon užíval pojmu kybernetika, tj. vlastně umění

---

Mnoho levných radioamatérských součástek v novém roce vám přeje redakce

kormidelníka v přeneseném smyslu slova na schopnost řízení státu. V podobné souvislosti se pak setkáváme s tímto výrazem i u francouzského fyzika Ampéra. Moderní definice slova kybernetika však pochází teprve z roku 1948, kdy americký matematik Norbert Wiener položil základy tomuto novému vědnímu oboru ve svém slavném díle „Cybernetics, or Control and Communication in the animals and the machine“. Neúnavnou prací hlavně v odvětví elektronické regulace a ve spolupráci s mexickým fyziologem A. Rosenbluethem došel Wiener k poznání, že procesy řízení a předávání signálů v technických zařízeních a žijících organismech jsou si velmi podobny.

Na základě tohoto zjištění se začalo v následujících letech horečně pracovat v různých zemích, především pak ale v SSSR a USA, na možnostech dalšího využití a rozvoje kybernetiky. Přitom se ukázalo, že současné vývojové stadium kybernetiky ještě ani zdaleka neukazuje všechny její možnosti. Z toho důvodu také dodnes ještě neexistuje konečná a jednoznačná definice slova kybernetika. Z dosavadních poznatků lze však určit jakousi prozatímní definici, že totiž popoří kybernetiky mohou být zkoumány vlastnosti dynamických, samořídících a samotřídících systémů, jakož i přitom vznikajících zákonitých průvodních jevů.

Myšlenka vývoje automatických řídících systémů není ani pro technické procesy nijak nová. Jak se totiž člověk postupně ujímal řízení určitých procesů, došel k poznatku, že výsledek celého procesu je přímo odvislý od něho, od jeho tělesné zdatnosti a schopnosti rychlé reakce. Netrvalo dlouho a člověk začal pomalu určité fáze procesů svěřovat strojům. Tak popisuje už v roce 1588 Ramelli zařízení, kterým byly udržovány otáčky mlýnského kamene. Později vzrostl význam použití automatického řízení velmi podstatně. Významnou měrou k tomu dopomohlo použití páry. S jejím zaváděním se také vyskytla jedna z hlavních potíží – totiž regulace přívodu páry. Teprve když se Jamesu Wattovi podařilo vyvinout automatický rozdělovač páry, došlo k většímu použití parních strojů a

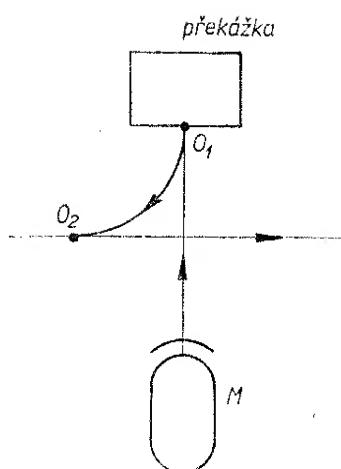
současně i ke vzniku dalších strojů po háněných parou.

Jedním z nejznámějších automatických zařízení tehdejší doby byl Wattův odstředivý regulátor otáček. Jeho úkolem bylo udržovat stálou rychlosť stroje při měnícím se zatížení. Tohoto cíle bylo dosaženo regulací přívodu páry.

Popsané technické řídící systémy tehdejší doby udržovaly tedy určité stavy konstantními. Podobné příklady se zpětnou vazbou k udržení stabilních podmínek však najdeme i v poměrně velkém počtu u živých organismů, jako např. při udržování určité tělesné teploty, nebo krevního tlaku. Je to centrální nervový systém, který zaručuje udržování žádoucích hladin.

Společné zákonitosti, které v tomto ohledu mají žijící organismy a stroje, odhalila právě kybernetika. Její metoda přitom spočívá v tom, že zkoumá abstraktní procesy, probíhající v určitých ideálních objektech, z nichž je opět možno vyvodit žádoucí charakteristické znaky konkrétních objektů. V této souvislosti je vhodné zmínit se o algoritmových modelech strojů, popisujících práci nervového systému. Do této řady patří také model, známý všeobecně pod názvem „kybernetická želva“, Shannonova „myš v bludišti“, nebo i modely číslicových počítacích strojů s určitými programy.

Současné úspěchy technické kybernetiky spočívají v první řadě na úspěších elektroniky, která vytvořila rychle pracující a maximálně spolehlivé stavební prvky. Elektronika se tak stala základem pro automatické řízení strojů. Jejím prostřednictvím bude jednou v budoucnosti možné řídit automaticky jednotným systémem jednotlivé výrobní procesy, přičemž práce člověka bude plně nahražena kybernetickými stroji. Následkem toho se bude těžiště lidské práce posunovat stále více do oblasti duševní činnosti. V souvislosti s těmito cíly čekají tedy elektroniku jistě nemalé úkoly. Patří k nim mezi jiným neustálé zvyšování spolehlivosti a další zmenšování objemu jednotlivých elektronických stavebních prvků. Vskutku dalekosáhlé perspektivy má však vý-



Obr. 1. Pohyb želvy u překážky s body otáček  $O_1$  a  $O_2$  ( $M$  = kybernetické vozidlo)

voj molekulární elektroniky (tzv. obvody pevné fáze, mikrominiaturizace).

Nečekejme však od kybernetiky žádné zázraky. Vyřešení všech úkolů nenastane nějakou tajemnou cestou samo od sebe, ale je vázáno velmi reálnými předpoklady, podmíněnými zase právě elektronikou. Automaty a všechny řídící systémy jsou koneckonců – ať už jsou sebemodernější a sebedokonalejší – stále jenom produktem lidského přemýšlení a mají sloužit jenom jednomu účelu: pomáhat zvyšovat produktivitu práce, zpříjemňovat a zkrášlovat lidský život.

## II. 1. Kybernetická želva

U návštěvníků III. celostátní výstavy radioamatérských prací, pořádané GST v Berlínském poštovním museu při příležitosti setkání amatérů NDR, vzbudil živý zájem kybernetický model vozidla. Funkce tohoto modelu kybernetického vozidla se dá odvodit od známé kybernetické želvy, která byla popularizována v SSSR už v roce 1958.

Kybernetické modely jsou velmi vhodné ke snadnějšímu pochopení kybernetiky. Kybernetická želva např. provádí jednotlivé úkoly analogicky s impulsy mozku zvířete (ve zjednodušené formě). Stavba jednoduchého kybernetického modelu je proto velmi vhodná k podnícení technického zájmu mládeže, která tak

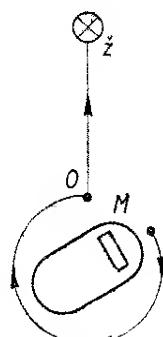
získává velmi cenné poznatky z techniky a nadto se velmi vhodně baví vlastnoruční výrobou modelu. Tyto důvody byly právě také podnětem k sestavení kybernetického pojízdného modelu. Aby pak napodobení bylo umožněno skutečně všem, bylo ke stavbě použito jen běžných součástek. (Pohonné mechanismus si musí konstruktér zhodnotit např. ze dvou batériových motorů Igla – red.).

Vystavovaný model prováděl následující úkony:

1. zcela jednoduché napodobení *hmatu* – model se pohyboval přímo vpřed až do doby, kdy narazil na nějakou překážku. Po „nahmatání“ překážky čidlem začal couvat, přičemž se otáčel zhruba o čtvrt obrátky a pak pokračoval opět v pohybu přímo vpřed. Pohyb modelu je zřejmý z obr. 1. Pokaždé, kdy model „nahmatal“ jakoukoliv překážku, následoval vyhýbací manévr a po něm zase pohyb vpřed.

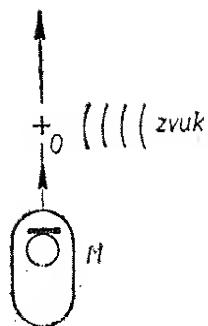
2. Zcela jednoduché napodobení *zraku* – model se pohyboval v kruhu kolem vlastní osy až do doby, kdy „uviděl“ světelný zdroj. V okamžiku, kdy paprsek světelného zdroje zasáhl model, ukončil model kruhový pohyb a začal se pohybovat přímo ke světelnému zdroji. Změnilo-li se stanoviště světelného zdroje během pohybu vpřed, ustal v tom okamžiku přímočarý pohyb, vozidlo se počalo opět otáčet kolem vlastní osy až do doby, kdy znova objevilo světelný zdroj. Pak nastal zase pohyb vpřed. Tento děj zachycuje obr. 2.

3. Jednoduché napodobení *sluchu* – záchytily-li model během svého pohybu



Obr. 2. Pohyb želvy při hledání světelného zdroje

## II. 2. Praktická stavba modelu



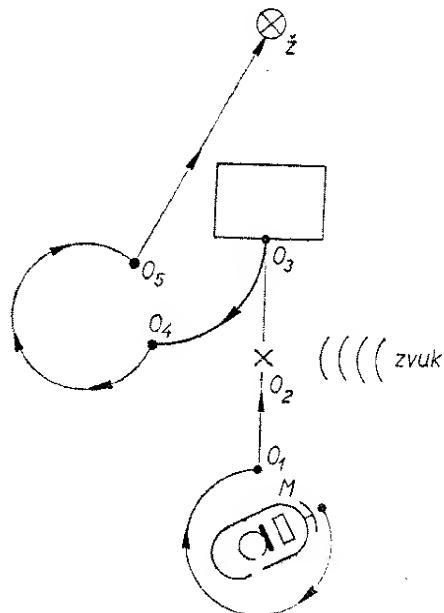
Obr. 3. Pohyb želvy při působení zvuku v bodě O

zvuk, popř. tón v dostatečné hlasitosti, „ulekl se“ a přerušil na několik okamžíků svůj pohyb; pokračoval v něm opět až po doznění zvuku. Tento postup se opakoval vždy, kdykoliv model přijal zvuk patřícé hlasitosti. Názorně je to zachyceno na obr. 3.

Všechny tři funkce se dají pochopitelně časově sladit a můžeme je nechat působit na model současně. Obr. 4 představuje právě tento případ. Model (M) se nachází ve výchozím postavení a otáčí se kolem vlastní osy. Jakmile zaujal pozici v bodě  $O_1$ , usměrnil svůj pohyb přímo do směru světelného zdroje – žárovky (Ž). Připusťme, že při dosažení bodu  $O_2$  se ozvalo buď zapísknutí nebo tlesknutí. Model se „ulekl“, přerušil svůj pohyb a zůstal asi na 1 vteřinu stát. Vzápětí nato pak opět pokračuje v pohybu ve směru světelného zdroje. V bodě  $O_3$  však narazí na překážku. Ihned po nárazu provede model uhýbací manévr zpět se svou boční čtvrtobrátkou. Zhruba v bodě  $O_4$  by měl změnit pak zase svůj směr na přímočarý, ale protože se otáčkou vymkl působení světelného zdroje, začíná jej opět otáčením hledat. V bodě  $O_5$  jej konečně zase našel a pokračuje v jízdě ve směru k němu. Při provádění vyhýbacího manévrů u překážky a při otáčení vozidla během hledání světelného zdroje však musíme dbát na to, aby se model otáčel do protisměru, jinak by totiž při hledání světelného zdroje najel opět na překážku, kterou právě opustil.

Největší starost při vývojových pracích na modelu vozidla dá pochopitelně vozidlo samo. Konstrukce hnacího zařízení se všemi nutnými součástkami a díly, ložisky apod. vyžaduje pochopitelně vybavení vhodnými nástroji. Proto jsme hledali nějaké východisko z této situace. Pomohl nám v tom utopický model „Omega“, vyrobený hračkářským průmyslem NDR. Tato hračka byla původně dálkově řízena bowdenem a poháněna housenkovými pásy. Každý z těchto pásů má svůj vlastní motor. Podle toho, který motor je uváděn v pohyb, nastává také otáčení modelů. Jednoduchým přepolováním motorů se dosahuje pohyb vzad. S pomocí tohoto utopického modelu se nám podařilo vyřešit zcela jednoduše mechanický pohon tak, že nebylo nutno vůbec používat komplikovaných řídicích systémů s magnety atd.

Pro model kybernetického vozítka jsme použili celý spodní díl hračky bez podstatných změn. Jen pro přehlednost a ke zdokonalení přepínání jsme přívody obou motorů umístili na malou přídavnou lištu. Pro převádění jsme také zaměnili pů-

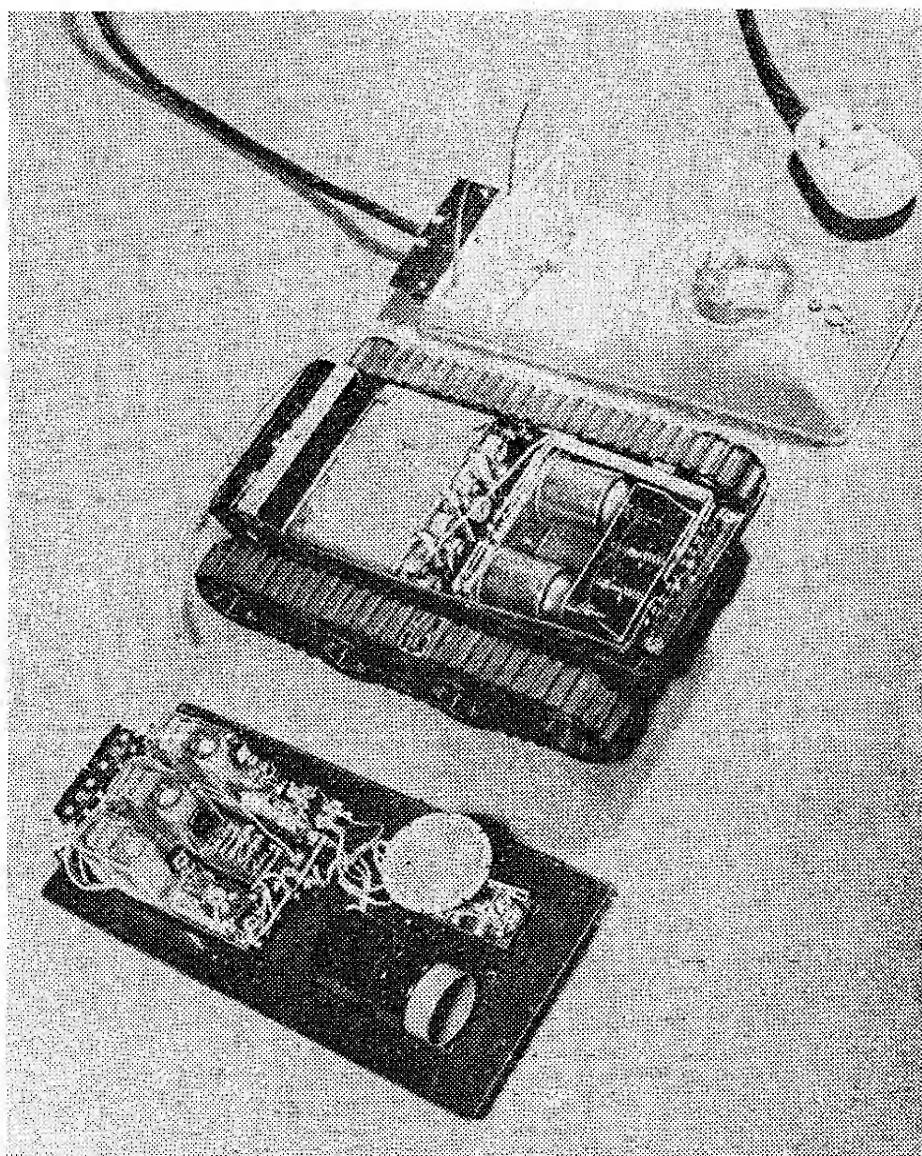


Obr. 4. Kombinovaný pohyb želvy (kombinace obr. 1 až 3)

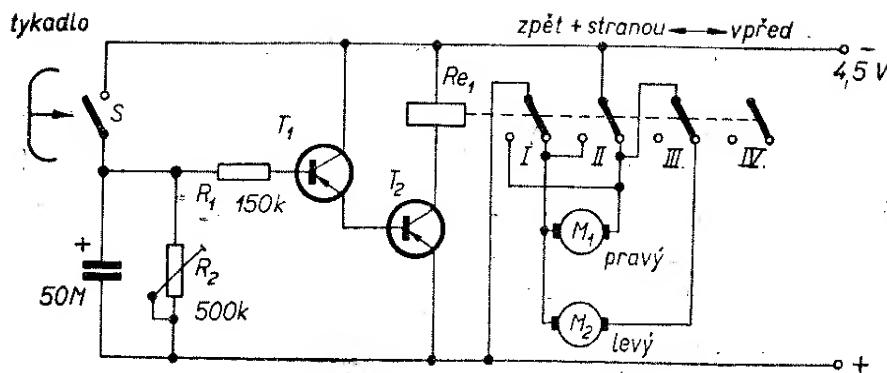
vodně použité 2 baterie malými NiCd akumulátory vhodné velikosti. Ostatně, tento zásah jsme provedli jen z praktických důvodů – abychom totiž při předvádění nemuseli často kupovat a měnit normální baterie, používané v kapesních svítilech. Celá elektronická část s výjimkou hmatového čidla byla namontována na pertinaxovou destičku odpovídající velikosti. Jednotlivé funkční prvky, jako mikrofon, zesilovač, díl časové konstanty, klopný obvod, relé, přepínač atd. jsou uspořádány tak, že k jejich vyjmutí a použití k jiným pokusům stačí jen malý zásah páječkou (odpájením několika spojů), případně šroubovákem (odšroubováním jednoho šroubu) a naopak mo-

del lze v nejkratší době opět uvést do původního stavu. Tento způsob se nám jeví velmi účelný a ekonomický, protože zhotovení jednotlivých dílů je relativně dosti nákladné a je proto výhodné, lze-li je kdykoliv použít k jakýmkoliv jiným účelům.

Před popsáním jednotlivých elektronických prvků bychom chtěli ještě zdůraznit, že velmi poučným a zábavným je i takový model, který disponuje třeba jen jedním ze zde uvedených orgánů, to je třeba jen „hmatem“, či „zrakem“, popřípadě „sluchem“. Lze tedy jen doporučit při případné stavbě začít s tím nejjednodušším a teprve později model zdokonalovat.



*Obr. 5. Vlevo na fotografii vypínačová deska s celým elektronickým zařízením, uprostřed vozek s motory a zdrojem proudu, zcela vpravo stará maskovací kapota utopického vozítka „Omega“ s původním tlačítkovým zařízením*



Obr. 6. Zapojení „hmatu“ kybernetické želvy

**Hmat.** Nejjednoduším funkčním orgánem kybernetického jízdního modelu je právě „hmat“. Zapojení je zřejmé z obr. 6. Spínač  $S$  spíná právě v okamžiku, kdy model svým hmatovým čidlem narází na překážku. Při uzavření okruhu se nabíjí elektrolytický kondenzátor  $50 \mu\text{F}$ . Tím se otevře tranzistor  $T_1$  a současně se otvírá i tranzistor  $T_2$ . Překlopí relé  $Re_1$  a přepne kontakty I až IV. Relé zůstane přitaženo tak dlouho, až se kondenzátor téměř vybití. Doba vybití se dá regulovat potenciometrovým trimrem  $R_2$ . Při nastavování musíme dbát na to, aby doba vybití trvala právě tak dlouho, než se model dokáže otočit o čtvrtobrátku. Vyobrazené zapojení se dvěma tranzistory bylo voleno proto, aby se vystačilo s co nejmenší kapacitou kondenzátoru. Je také docela možné vypustit tranzistor  $T_1$ , předřadný odpor  $R_1$  zmenšit a použít nabíjecí kondenzátor o podstatně vyšší kapacitě. Pak musíme také změnit  $R_2$ . Všechny stavební díly s výjimkou spínače byly seřazeny na zcela malé pertinaxové destičce podle obr. 7. Tato malá stavebnicová jednotka se pak dá velmi snadno odpojit a použít eventuálně pro jiné účely, např. pro elektronický časový spínač do fotokomory.

Spínací kontakty relé jsou v klidu nastaveny tak, že oba motory pohánějí model vpřed. Jsou-li přepnuty, mění se polaria přívodu proudu do motoru, jeden z motorů pak pracuje obráceným směrem a druhý je pomocí třetího kontaktu vyřazen z činnosti vůbec. Tím je způsoben chod zpět, spojený s otáčením. Přídavný kontakt IV, naznačený ve schématu na obr. 6, je využit teprve tehdy, je-li použito i orgánu „zraku“.

#### Použité součástky:

Tranzistor  $T_1$  – nf tranzistor střední hodnoty proudového zesílení, 0C810 až 0C816, 0C825 apod.

Tranzistor  $T_2$  – 150 mW-tranzistor 0C821, 0C825 apod. (na konci tohoto výtisku jsou uvedeny převodní tabulky tranzistorů z NDR a našich).

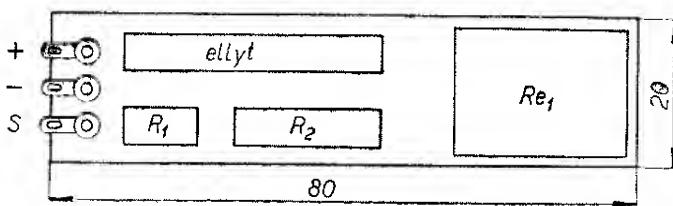
Elektrolyt  $50 \mu\text{F}/6 \div 8 \text{ V}$ .

Odpor  $150 \text{ k}\Omega/0,1 \text{ W}$ .

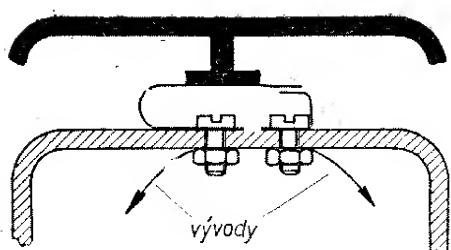
Potenciometrový trimr  $500 \text{ k}\Omega$ .

Malé relé (RFT, nebo Sturmann KG, odpor vinutí  $80 \div 150 \Omega$ , vhodný pro  $4,5 \text{ V}$ ).

Kontakt pro spínač byl v modelu zhotoven velmi jednoduše. Sestává, jak je konečně zřetelné z obr. 8, z ohnutého pásku ocelového péra. Tento pásek je



Obr. 7. Uspořádání jednotlivých stavebních prvků na destičce při montáži orgánu „hmatu“



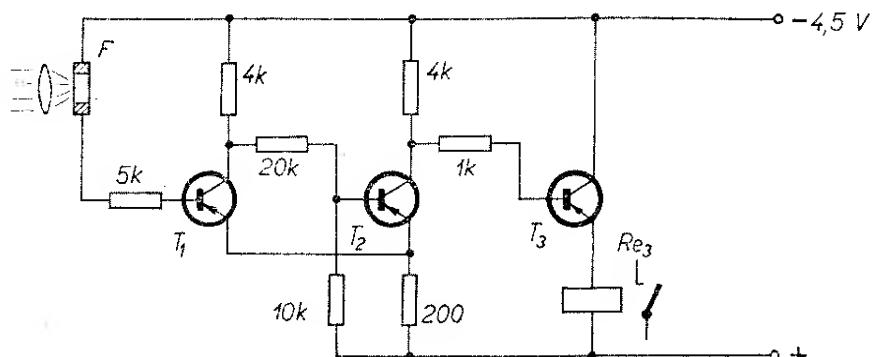
Obr. 8. Schématická montáž orgánu „hmatu“ (tykadel)

připevněn na předku modelu šroubem M3. Ocelový pásek je ohnut tak, že v klidu jsou kontakty rozpojeny. Druhý kontakt, připevněný druhým šroubem M3, tvoří rovněž malý kousek ocelového plechu, zahnutý do tvaru U. Na pásek ocelového péra je připájen kousek měděného drátu o šíři modelu. Jakmile narazí model tímto drátem na jakoukoliv překážku, uzavře se elektrický okruh (spínač S na obr. 6). Nějaké zvláštní izolování při upevňování kontaktů není nutné, protože spodek modelu je zhotoven z nevodivého materiálu.

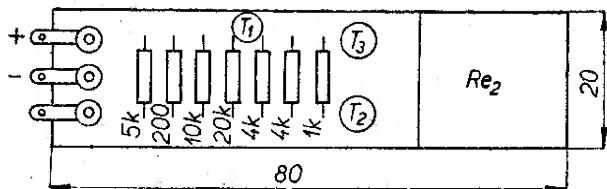
**Zrak.** Orgán zraku sestává z fotoelektrického prvku – fotoodporu, jehož odpor se zmenšuje se vzrůstajícím osvětlením. Jako přepínací stupeň je v tomto případě použit Schmittův klopný obvod. Toto zapojení umožňuje rychlé přepnutí relé. Schéma je uvedeno na obr. 9. Ve Schmittově klopném obvodu jsou použity nízko-frekvenční tranzistory stejného typu střední hodnoty proudového zesílení ( $T_1$  a  $T_2$ ). Vhodné jsou všechny typy 0C810 až 0C821, 0C870, 0C825 apod. Klopný obvod je spouštěn fotoodporem typu CdS.

U tranzistoru  $T_1$  je na bázi připojen ochranný odpor  $5\text{ k}\Omega$ . Je-li fotoodpor zasažen určitým množstvím světla, klesá jeho vnitřní odpor. Tím současně stoupá proud báze tranzistoru  $T_1$  a Schmittův obvod se překlápi. Kolektor tranzistoru  $T_2$  je spojen přes odpor  $1\text{ k}\Omega$  s bází tranzistoru  $T_3$ . Pro tento tranzistor byl vyvolen typ s kolektorovou ztrátou  $150\text{ mW}$  (0C821 nebo 0C825). Uzavře-li se tranzistor  $T_2$  při osvětlení fotoodporu, stává se báze tranzistoru  $T_3$  zápornější, tranzistor se otevře a relé  $Re_2$  překlopí.

Toto relé je stejného typu jako pro orgán „hmatu“. U relé je využita pouze jedna dvojice kontaktů, která pak, není-li fotoodpor osvětlen, rozpojí okruh jednoho z motorů a tím dochází k otáčivému pohybu modelu. Jakmile je však fotoodpor zasažen světelným zdrojem, kontakt relé sepne, oba motory dostávají elektrický proud a model se pohybuje přímočaře. Také celá funkční skupina „zraku“ byla postavena na pertinaxové destičce podle obr. 10. Na něm je také jasné uspořádání jednotlivých stavebních prvků. Fotoodpor byl umístěn na dně trubičky, před kterou je upevněna malá jednoduchá sběrná čočka. Tím je dosaženo toho, že funkční orgán spíná teprve tehdy, je-li model svou přední stěnou již otočen ve směru světelného zdroje. Je ponecháno na libovoli konstruktéra jakou sběrnou čočku použije a jak ji umístí. Autor použil starší schránku malého diaprojektoru, na jehož zadní stranu přilepil fotoodpor. Vrchní stěnu schránky opatřil otvorem, do něhož vleplil zcela obyčejnou hodinářskou lupu (zvětšovací sklo). Má to tu výhodu, že při silném osvětlení, např. při



Obr. 9. Zapojení „zrakového“ orgánu kybernetické želvy

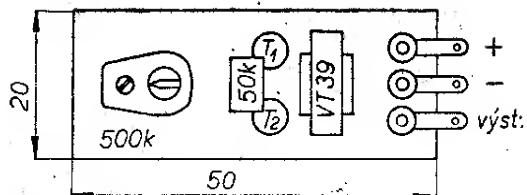


Obr. 10. Uspořádání stavebních prvků „zraku“ na destičce

předvádění modelu v místnosti při jasném večerním světle žárovky, může být vmontována vhodná clona, která brání rušivému vlivu okolního prudkého světla.

Rovněž tak u „zrakového“ orgánu lze Schmittův klopný obvod i se spínacím tranzistorem, relé a fotoodporem s vestavěnou čočkou použít i pro jiné účely podle momentální potřeby. Schmittův klopný obvod lze použít jako elektronický stavební díl všude tam, kde má být dosaženo rychlé přepnutí relé při určitém proudu nebo napětí. Fotoodpor s čočkou je pak použitelný při všech pokusech, kde vyžadujeme větší citlivost vůči světelnému zdroji (např. zatmívací, počítací zařízení atd.).

**Sluch.** Orgán „sluchový“ je na rozdíl od prvních dvou popsaných orgánů trochu nákladnější. Jako snímač poslouží velmi dobře zcela obyčejná krystalová mikrofonní vložka, umístěná opět na pertinaxové destičce spolu s dvoustupňovým zesilovačem. Zapojení zesilovače je na obr. 11. Aby zařízení mělo co nejméně staveb-



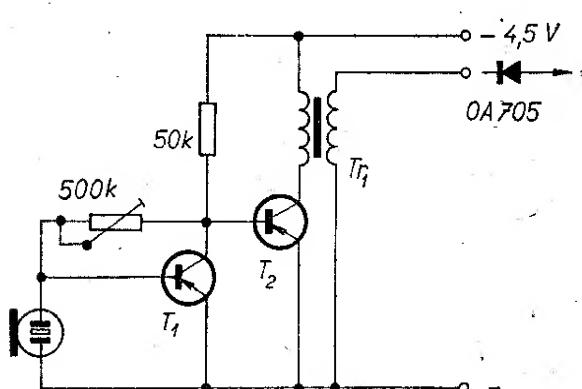
Obr. 12. Uspořádání stavebních prvků „sluchu“ na destičce

ních prvků, byl použit běžný stejnosměrný zesilovač. U tohoto (v našem případě nízkofrekvenčního) zesilovače nezáleží vůbec na průběhu kmitočtové charakteristiky.

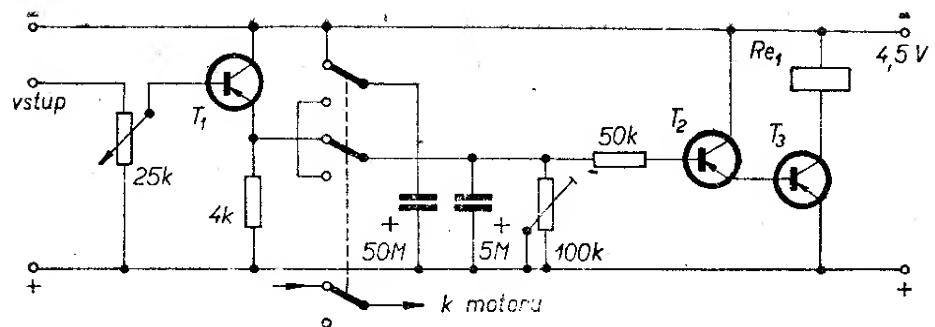
Sluchový orgán pracuje takto: jakmile krystalový mikrofon zachytí zvuk, je mikrofonem vyráběné napětí zesíleno tranzistorem  $T_1$  a stejnosměrně vázaným tranzistorem  $T_2$ . Ovládací zařízení je se zesilovačem vázán transformátorem  $Tr_1$ . Pracovní bod tranzistoru  $T_1$  a současně i  $T_2$  je nastaven trimrem 500 k $\Omega$  na maximální zesílení. Bylo použito tranzistorů typu 0C870. Je však možno použít i kterýkoliv jiný nízkofrekvenční tranzistor.

Transformátor  $Tr_1$  je libovolný (vazební, výstupní pro dvoučinný stupeň, zapojení s převodem 1 : 1) v malém provedení pro tranzistorové přijímače, např. VT39. Přibližné uspořádání jednotlivých dílů je uvedeno na obr. 12. Krystalový mikrofon byl včetně gumové podložky přilepen přímo na transformátor tak, že otvory je obrácen vzhůru (v obr. 12 není vyznačeno). Zesílené střídavé napětí mikrofona, vycházející ze zesilovače, je usměrňováno na sekundární straně transformátoru  $Tr_1$  germaniovou diodou typu 0A705 (nebo 0A625) a přiváděno k následujícímu stavebnicovému dílu. Je jím zpožďovací člen (obr. 13), který je sestaven podobně jako zařízení „hmatu“. Také u něho jsou součástky namontovány na pertinaxové destičce podle vzoru na obr. 7.

Protože zesilovač na obr. 11 dává relativně malé napětí, bylo v ovládacím zařízení (obr. 13) použito přidavného tranzistoru  $T_1$ , který je v klidovém stavu uzavřen. Přijde-li nyní na vstup usměrněné střídavé napětí (pulsující stejnosměrný



Obr. 11. Zapojení „sluchu“ kybernetické želvy

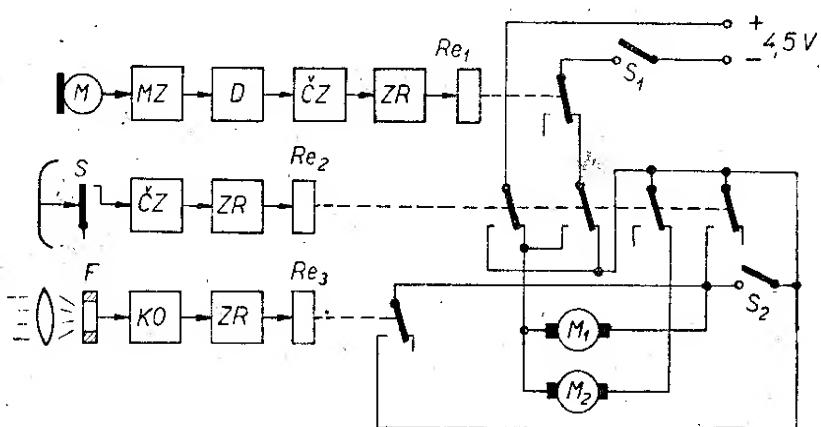


Obr. 13. Zapojení zpožďovacího členu pro orgán „sluchu“

proud), otvívá se tranzistor  $T_1$  a nabíjí současně kondenzátor  $5 \mu\text{F}$ , připojený paralelně k odporu emitoru. Tím dostává báze tranzistoru přes předřadný odpor  $50 \text{ k}\Omega$  proud, který otevírá tranzistor. Stejnosměrnou vazbou se současně otevírá i tranzistor  $T_3$  a relé v jeho kolektrovém okruhu překlopí. Kontakty relé přeruší jeden z přívodů k oběma motorem. Model zůstává ihned stát. Současně ale připíná relé na vstup  $T_2$  paralelně k  $5 \mu\text{F}$  druhý kondenzátor ( $50 \mu\text{F}$ ), který byl předtím nabit plným napětím. Tím je dosaženo jednak toho, že se prodlužuje vybíjecí doba a jednak i toho, že vybíjecí doba je stále stejně dlouhá, bez ohledu na intenzitu zvukového signálu a tím i špičku vstupního napěťového impulsu. Vlastní doba přepnutí relé – doba, kdy model stojí – závisí výhradně na kondenzátoru  $50 \mu\text{F}$ . Zapojení zpožďovacího členu je bez jakýchkoliv zvláštností. Je nutno jen upozornit, že u tranzistoru  $T_1$  je mezi jeho bázi a kladným pól zařazen proměnný odpor  $25 \text{ k}\Omega$ , jímž se nastavuje vstupní citlivost. To je nezbytné, protože jinak by v hlukem přeplňených místnostech vy-

pínalo relé neustále. Doba zastavení modelu (tj. vlastně doba potřebná k dokončení vybíjení kondenzátoru  $50 \mu\text{F}$ ) může být opět upravena druhým potenciometrovým trimrem asi  $100 \text{ k}\Omega$ . Jako tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  bylo v modelu použito typu 0C870, zatímco  $T_3$  je opět typ pro  $150 \text{ mW}$  (0C821), ale lze použít i jiné nízkofrekvenční tranzistory. Autor také nenakupoval při volbě tranzistory nové, ale použil těch, které už měl ze své dřívější činnosti k dispozici. Na obr. 14 je blokové zapojení celého zařízení a znázornění činnosti relé. Jednotlivé symboly značí:

- $M$  – krystalový mikrofon
- $MZ$  – mikrofonní zesilovač
- $D$  – usměrňovací dioda
- $\check{C}Z$  – obvod časového zpoždění, sestávající z nízkovoltového elektrolytu a pevných nebo proměnných odporů, určujících dobu přitažení relé
- $ZR$  – zesilovač relé, sestávající z jednoho nebo i několika tranzistorů, zapojených jako stejnosměrný zesilovač. Proud kolektoru po-



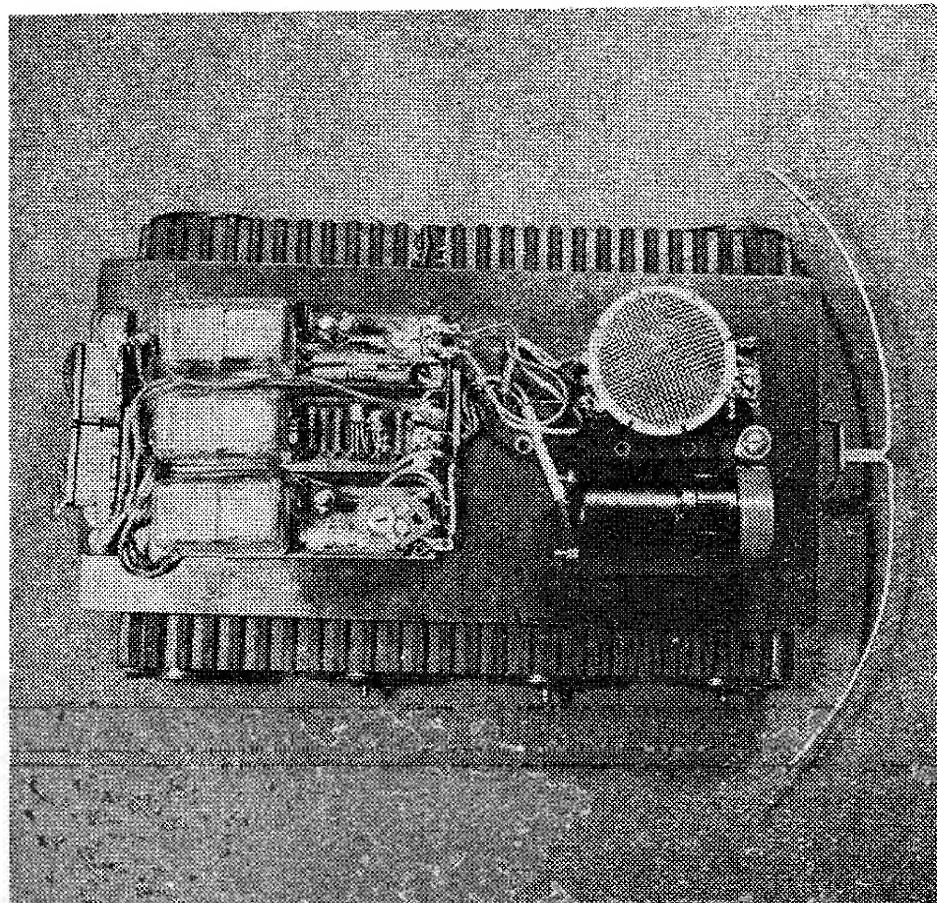
Obr. 14. Funkční schéma kybernetické želvy

sledního tranzistoru musí odpovídat proudu relé  
**R<sub>e</sub>** – relé pro tranzistorová zapojení  
**S** – tlačítkové spínače  
**F** – fotoodpor  
**KO** – klopný obvod

**M<sub>1</sub>** a **M<sub>2</sub>** jsou oba pohonné motory, které jsou v souladu s jednotlivými funkcemi buď zapínány, vypínány nebo přepínány. **S<sub>1</sub>** slouží k zapnutí nebo vypnutí celého modelu, zatímco spínač **S<sub>2</sub>** spojuje na krátko kontakt relé pro orgán „zraku“. Sepneme-li **S<sub>2</sub>**, vyloučíme orgán zraku a mohou být předváděny zbývající orgány „hmatu“ a „sluchu“.

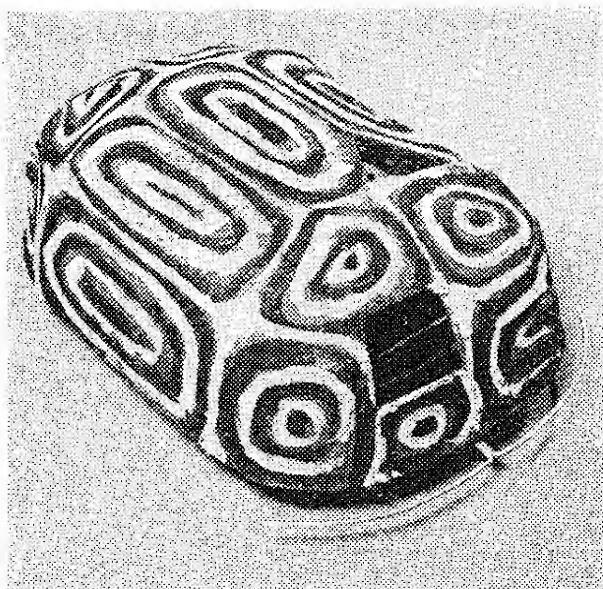
Pro snadnější demonstrování zrakových schopností kybernetického modelu si můžete ještě dodatečně zhotovit příruční lampu se šňůrou o dostatečné délce. Tato žárovka s objímkou byla upevněna na pevné podložce a při demonstraci je používána jako cíl pro zrakové vnímání „želvy“. Velmi dobře se s ní dá demonstrovat především otáčení modelu za svě-

telným zdrojem. Pro demonstraci „sluchu“ je výhodné použít píšťalku na psa, která vydává tóny ležící buď mimo, nebo na samém okraji oblasti tónů slyšitelných lidským sluchem. Je skutečně zajímavé předvádět, jak model reaguje nejen na tóny o kmitočtech v oblasti lidské slyšitelnosti, ale i na signály s podstatně vyššími kmitočty. Aby dojem „kybernetické želvy“ byl dokonalý, zhotovili jsme látkový poklop, přišitý na drátěné konstrukci, kterým byl celý model zakryt. Tento poklop pak byl opatřen otvory pro mikrofon a fotoodpory a celý pestře pomalován. Jenomže se tak model podobal spíše mandelince bramborové, než želvě. Mimoto jsme připojili ještě malé dobíjecí zařízení. To je však pochopitelně nutné jen tehdy, kdy je použito místo kapesních baterií malých NiCd akumulátorů. Při demonstracích s hotovým modelem se ukázalo, že hnací zařízení právě pro nesčetné otáčení, které musel provádět, občas vynechávalo. Gumové pásy se po ně-



*Obr. 15. Pohled na model s jednotlivými zapojovacími destičkami.*

*Dole orgán „hmatu“, uprostřed orgán „zraku“, nahore zpožďovací člen „sluchu“. Mikrofoni předzesilovač (orgán „sluchu“) se nachází pod mikrofonem, pod ním je schránka s fotoodporem orgánu „zraku“*



Obr. 16. Celkový pohled na dohotovenou kybernetickou želvu, kterou vyvinul R. Oettel, DM2ATE

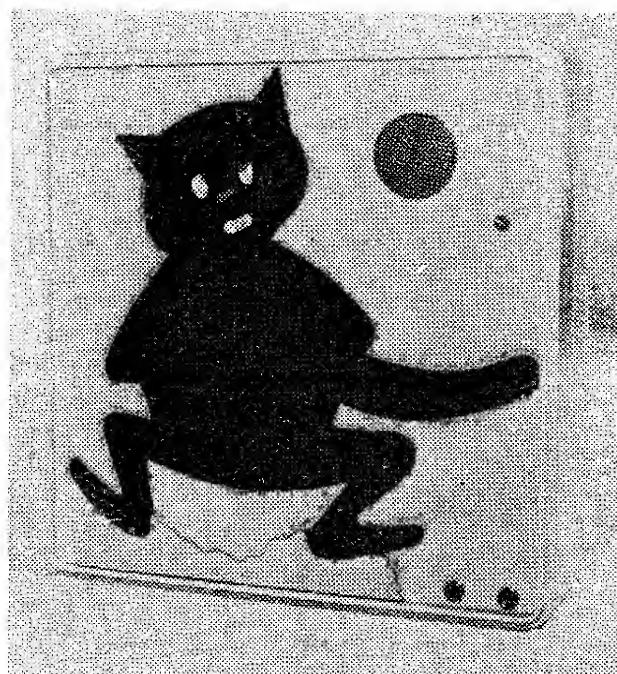
jaké době vytahaly a musely být zkracovány. Na obzvláště nevhodném terénu se pak stávalo, že následkem silného tření pásu o terén hnací housenkové pásy sklouzávaly. Ale i tyto nepříjemnosti byly konečně odstraněny drobnými úpravami. Mnoho starostí nám způsobovala až přílišná citlivost „sluchu“. Toto funkční zařízení je totiž při vytočeném potenciometru tak citlivé, že dokonce i velmi tiché zvuky zastavily mnohokrát vozidlo. Dokonce už jen i zvuk pohonných motorů způsobil několikrát, že se relé vypnulo. Musela tedy být citlivost podstatně snížena. Pomůže také zvuková izolace: kolem mikrofonní mušle jsme umístili kolečko z pěnové gumy a tím jsme dosáhli, že hlučnost vlastního modelu podstatně méně ovlivňuje „sluchový“ orgán.

V textu jsme několikrát naznačili, že při stavbě je možná celá řada zlepšováčků, které budou konstrukci zjednoduší nebo zlepší. Je dokonce také možno zkonstruovat zařízení pro „vědomí“ k vyvolávání podmíněných reflexů. I to jsme vyzkoušeli. Jeho popisu se však nevěnujeme, protože vyžaduje poměrně mnoho přídavných dílů, je poměrně nákladné a komplikované. Konečně, jak vypadá zapojení pro podmíněné reflexy si ukážeme ještě u „kybernetické kočky“.

### II.3. Kybernetická kočka

Zkoušeli jsme konstrukci želvy s různými přídavnými stupni, s jejichž pomocí můžeme u modelu dosáhnout i napodobení podmíněných reflexů. Jejich proces je následující: narazí-li želva na překážku a současně přijme i zvukový signál (hvizd), „zapamatujte si to“. Jestliže hned při následujícím pokusu vystavíme model jen účinku zvukového signálu (hvízdnutí) a současně odstraníme překážku, reaguje model stejně, jako by měl překážku v cestě, jako kdyby se chtěl tedy vyhnout. Tento reflex se však nicméně po nějaké době ztratí.

Právě popsaná nová vlastnost „kybernetické želvy“, která se „naučila“ při současném naražení na překážku a zvukovém signálu reagovat určitým způsobem, se však ještě nepodobala skutečnému podmíněnému reflexu a tak musely být postupem času přistavěny ještě další stavební prvky. Tím se však stalo, že želva přibývala stále na váze a její zařízení se stávalo pomalu nepřehledné. Jako vhodnější model pro předvádění podmíněných reflexů se jevila „kybernetická kočka“, která byla pro tento účel také speciálně

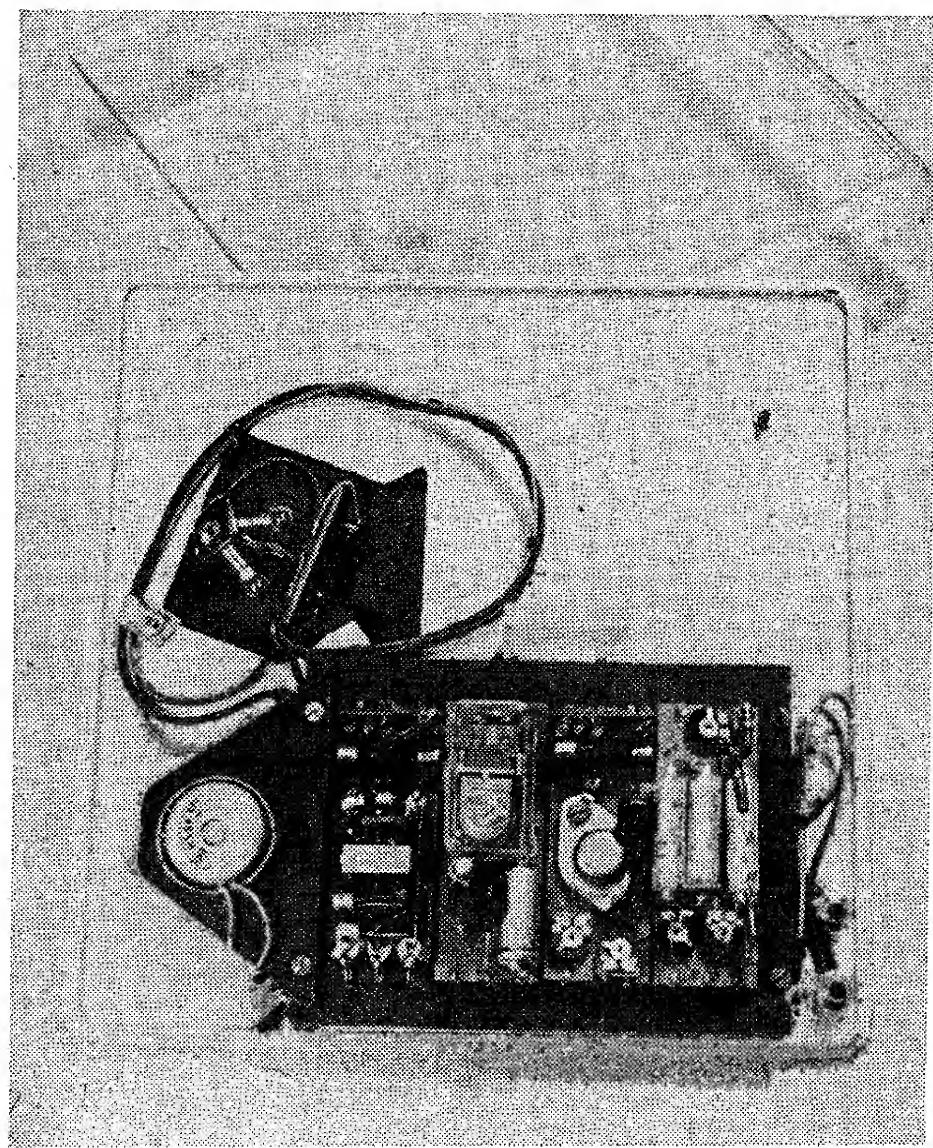


Obr. 17. Model kybernetické kočky byl vystavěn do krabice z umělé hmoty

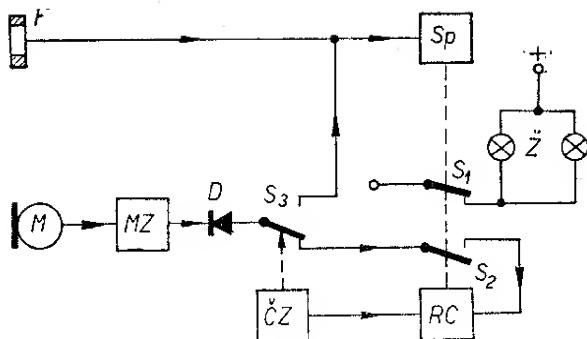
konstruována. Bylo u ní už použito modernějších stavebních prvků, uplatněna vyzkoušená zapojení a všechny poznatky ze stavby jednotlivých dílů technikou amatérských modulů. To se ukázalo jako nezbytné proto, aby jednotlivé amatérské kroužky si snadněji rozšířily své poznatky na funkci modelu, ale současně se seznámily i s moderními stavebními prvky, zapojeními a s postupem všech prací.

Pro vzor konstrukce kybernetického modelu se můžeme obrátit k různým funkcím a jevům v živé přírodě, i když jsou zde všechny dynamické a automatické řídicí systémy trochu komplikovanější. Každému živočichu jsou vlastní určité reakce na jevy z okolního světa,

tzv. nepodmíněné reflexy. Nadto pak je ještě celá řada živočichů schopna „naučit se“ tzv. podmíněným reflexům. Každá kočka např. při náhlém prudkém světle prudce přivírá oči (podmíněný reflex). Uděláte-li však s kočkou pokus takového druhu, že před každým náhlým osvětlením předešlete ještě zvukový signál a budete-li tento pokus několikrát opakovat, spojí si kočka oba jevy a čeká pak po každém zvukovém signálu automaticky i prudké světlo a přivírá oči, i když od prudkého osvětlení upustíte. A naopak, upustíte-li při zvukovém signálu od prudkého osvětlování několikrát za sebou, „zapomene“ kočka prostě spojovat zvukový signál s osvětlováním.



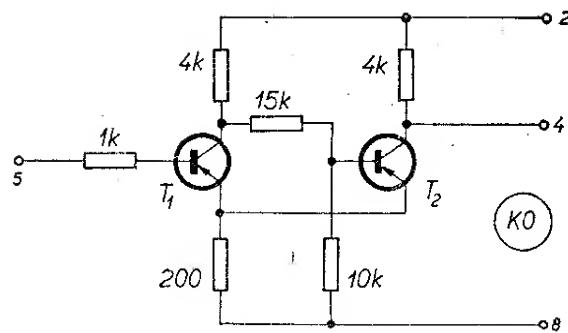
Obr. 18. Na pertinaxové destičce jsou uspořádána kontaktní pera z drátků, do kterých jsou zasouvány kolíčky stavebních skupin



Obr. 19. Funkční schéma kybernetické kočky

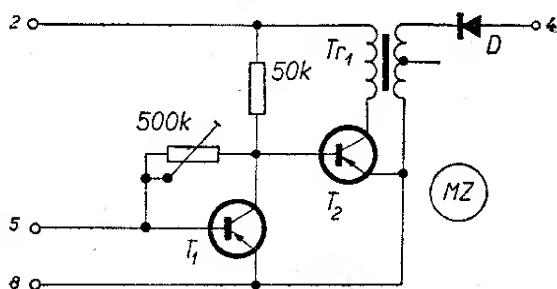
Názorné vzezření naší kybernetické kočky je na obr. 17. „Tělo“ kočky tvoří zcela obyčejná krabička z umělé hmoty, jejíž víčko nese vpředu obrázek kočičí hlavy. Jednotlivé stavební díly jsou namontovány na rubu víčka (obr. 18). Zdroj elektrické energie je napojen zvenčí na dvě zdírky. Průhledná krabička z umělé hmoty byla pro model zvolena ze dvou důvodů. Jedenak proto, že dokonale ochrání před prachem, jednak i proto, že při předvádění modelu je možno sledovat funkci jednotlivých elektronických stupňů, aniž musela být prováděna demontáž.

Funkční schéma kočky popisuje obr. 19. Kočičí oči jsou napodobeny dvěma žárovíčkami, které svítí v klidovém stavu. Svítící žárovíčky znamenají, že oči jsou otevřeny, nesvítící znamenají, že oči jsou zavřeny. V okamžiku, kdy na fotoodpor F dopadne světelný paprsek (např. z obyčejné kapesní svítilny), otvírá se spínač

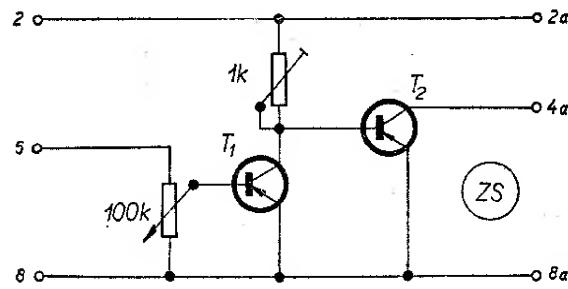


Obr. 21. Zapojení Schmittova klopného obvodu

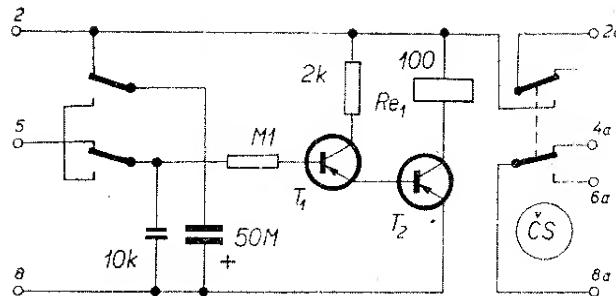
*Sp.* S ním související kontakt  $S_1$  rozpíná okruh žárovíček, které zhasnají. Spínač  $Sp$  spíná současně i kontakt  $S_2$ . Ozývá-li se současně se světelným paprskem i zvukový signál (hvizd), je přijímán mikrofonem  $M$ , zesílen zesilovačem  $MZ$ , usměrněn diodou  $D$  a prostřednictvím  $S_3$  a  $S_2$  veden k  $RC$  článku. Usměrněné tónové impulsy zvyšují napětí na kondenzátoru v  $RC$  článku tak dlouho, až vypne časový spínač, resp. obvod časového zpoždění ( $\check{C}Z$ ). Jakmile je  $\check{C}Z$  vypnut, ovlivňuje současně i kontakt  $S_3$  a nechává jej po určitou dobu překlopený. Jakmile přepne  $S_3$ , jdou všechny stejnosměrné impulsy z  $M - MZ - D$  ke spínači  $Sp$ . To znamená, v tom okamžiku může zvuk (hvizd) ovlivnit spínač  $Sp$ , aniž by na fotoodpor dopadl světelný paprsek. Hvizd tedy způsobí uzavření očí kybernetické kočky (žárovíčky zhasnou). Po uplynutí doby časového zpoždění se obnovuje zase původní



Obr. 20. Zapojení předzesilovače mikrofonu



Obr. 22. Zapojení stejnosměrného zesilovače proudu

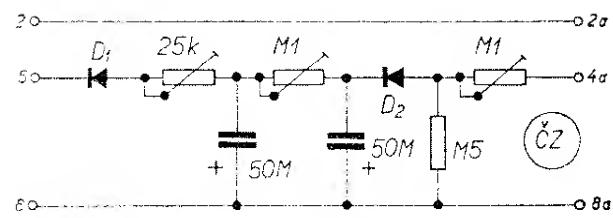


Obr. 23. Zapojení časového spínače

stav (kočka „zapomíná“ podmíněný reflex).

Obr. 20 až 24 znázorňují zapojení jednotlivých stavebních dílů. Všechny stavební díly jsou k sehnání na našem domácím trhu (platí v NDR – u nás bohužel nic podobného neexistuje a nutno si tedy díly nejdříve zhotovit – *red*). Tak např. klopný obvod byl zhotoven ve velikosti  $20 \times 25$  mm (KUV 1). Díly s relé, výkonovými tranzistory atd. jsou náročnější na prostor a mají velikost  $40 \times 25$  mm (souměrný koncový stupeň GES4-1), nebo  $60 \times 25$  mm. Tyto prvky jsou všechny umístěny vodorovně a na obou úzkých stranách opatřeny připojovacími kolíčky (vývody). Obr. 25 představuje několik stavebních dílů kočky. Jednotlivé díly autorova modelu byly sestaveny elektricky i mechanicky podle jeho vlastních zkušeností, čímž není řečeno, že jsou zrovna ideální. Při stavbě je nutno dbát především na univerzální použitelnost, aby byly umožněny i náročné kombinace dílů.

Celkové zapojení kybernetické kočky je znázorněno na blokovém schématu (obr. 26). Toto zapojení však není jedinou možností, tím méně pak nejjednodušším řešením. Vyměnitelné stavební díly dovolují pracovat jaksi s větším rozmachem, protože pak není nutné pro každé nové zapojení kupovat nebo pořizovat další nové stupně. Jen skutečně speciální stupně a stavební prvky byly zhotoveny jako jednoúčelové. Určitá část stupňů, použitá na tomto modelu, byla postupně použita i u kybernetického mola, motýla a konečně i k jiným účelům. Čísla přípojek



Obr. 24. Zapojení článku časového zpoždění

a označení stupňů v obr. 26 jsou naprosto totožná se stavebními díly na obr. 20 až 24.

Jakmile dopadne na fotoodpor  $F$  světelný paprsek, zmenšuje se jeho odpor úměrně intenzitě osvětlení. Ve stavebním dílu ZS (obr. 22) se vlivem stoupnutí kollektorového proudu prvního tranzistoru zmenšuje napětí na bázi tranzistoru  $T_2$  (GD160 nebo 0C832). Žárovičky  $\tilde{Z}$  v kollektorovém obvodu mění svůj jas a při dostatečném osvětlení fotoodporu úplně zhasínají. V tomto okamžiku je spád napětí mezi bodem 4a a kladným pólem velký, takže přes  $D_2$  dostává zesilovač mikrofonu MZ (obr. 20) dostatek stejnosměrného napájecího napětí k tomu, aby mohl odevzdat stejnosměrné impulsy dostatečné velikosti. Přijme-li při zhasnutých žárovičkách mikrofon M silný zvuk (hvizd), je při dostatečném zesílení MZ vyroben stejnosměrný impuls, který je vyhlazen kondenzátorem 10 000 pF. Tím je překlopen Schmittův klopný obvod  $KO_1$  (obr. 21). Od něho po překlopení jde signál přes kontakty od časového spínače ČS (obr. 23) ke zpožďovacímu článku ČZ (obr. 24).

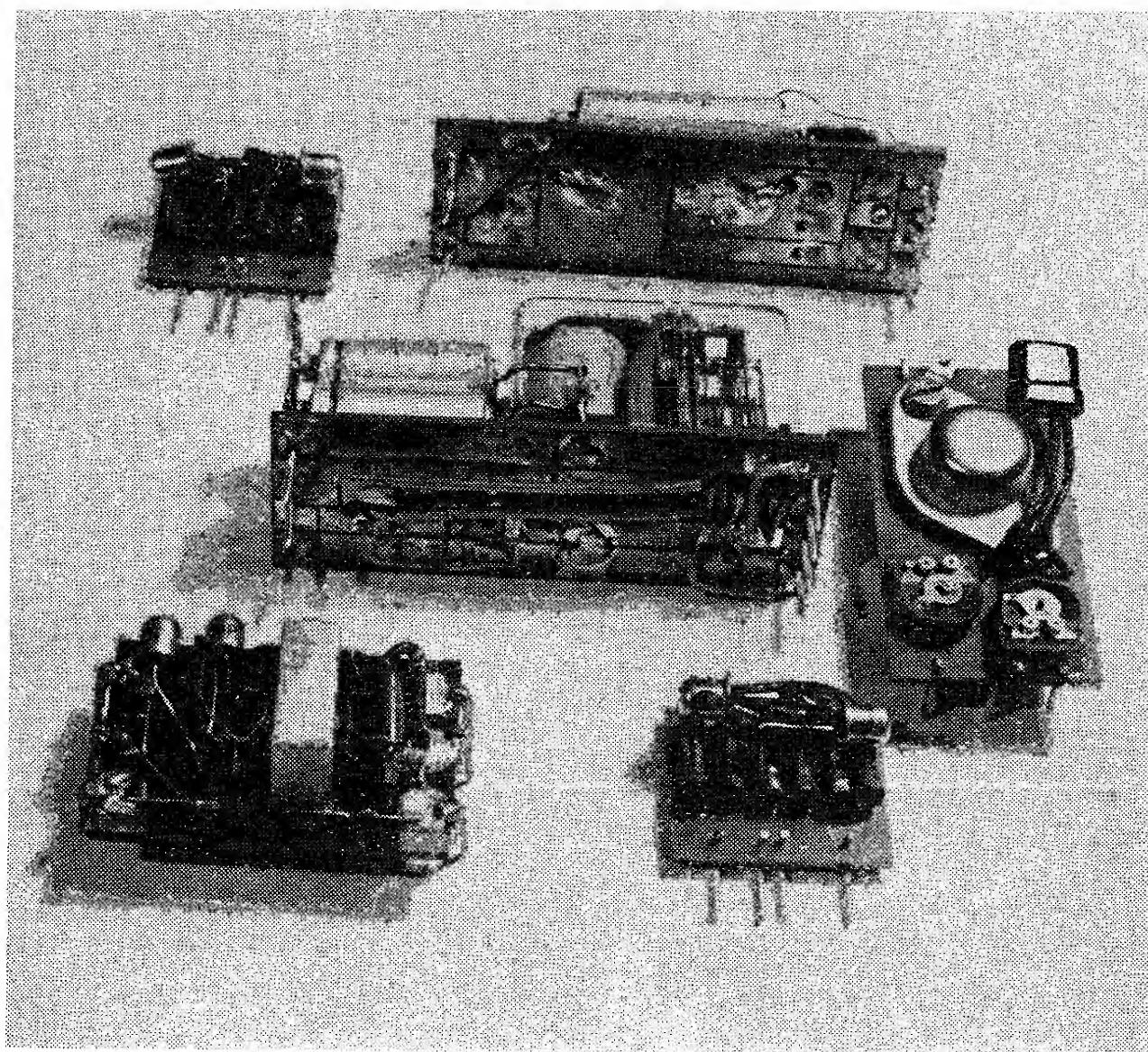
Ve zpoždovacím článku se pomalu nabíjí  $RC$  člen. Je-li vysláno více zvukových impulsů (více hvizdů), asi 5 až 10 při současném osvětlení fotoodporu, zvětšuje se náboj druhého kondenzátoru  $RC$  členu. Je-li napětí postačující, vypne se druhý klopný obvod  $KO_2$  (obr. 21). Na výstupu 4 je vyslán od  $KO_2$  ke vstupu 5 časového spínače ( $\check{CS}$ ) signál. Tím časový spínač připne elektrolyt 50  $\mu F$ , nabity na plné napětí, na vstup  $T_1$  modulu  $\check{CS}$ . Po celou dobu až do vybití elektrolytu zůstává relé překlopeno, kontakty relé časového

spínače přepnou vývod prvního klopného obvodu  $KO_1$  na vývod 5 modulu ZS. Dioda  $D_1$  zabraňuje průchodu proudu obrácené polarity. Kontakt časového spínače (kontakt 2a) přivede k mikrofonnímu zesilovači  $MZ$  napájecí napětí. Tím je zaručeno, že při zvukovém signálu (hvizdu) se uvádí v činnost zesilovač signálu (ZS) a žárovičky (oči) zhasínají. A nyní několik slov k použitým tranzistorům.  $T_1$  a  $T_2$  v obr. 20 a 21 jsou GC101,  $T_1$  v obr. 22 je GC121,  $T_2$  je GD120.  $T_1$  v obr. 23 je GC100,  $T_2$  je GC121. Diody

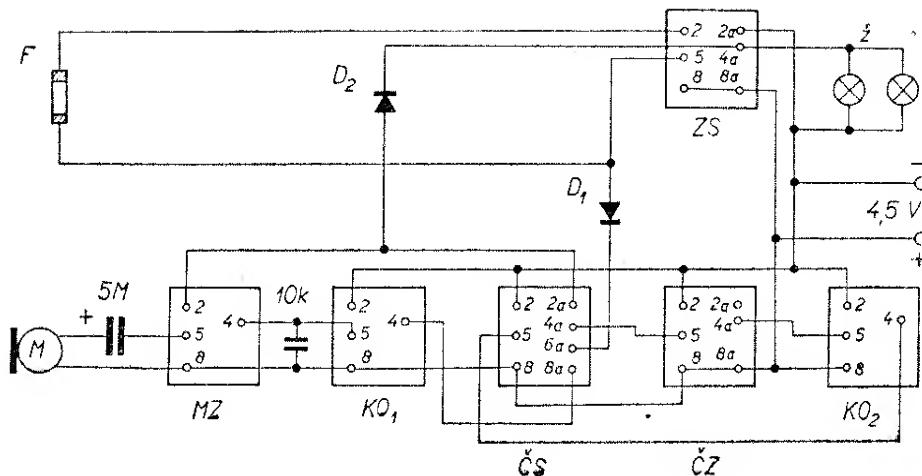
v obr. 24 jsou 0A705,  $D_1$  v obr. 26 je 0A705,  $D_2$  je 0A625. Na přesném dodržení uvedeného typu nezáleží, vyhoví i mimo-tolerantní tranzistory. Odpory jsou pro zatížení 0,1 W.

## II. 4. Další kybernetická zvířátka

*Kybernetický motýl* není létající model, ale pohybuje se zrovna tak jako želva pomocí podvozku po zemi. Ono totiž



Obr. 25. Pohled na jednotlivé elektronické stavební díly kybernetické kočky. Plošné spoje byly vytvořeny tou nejjednodušší technikou – ostrým nožem



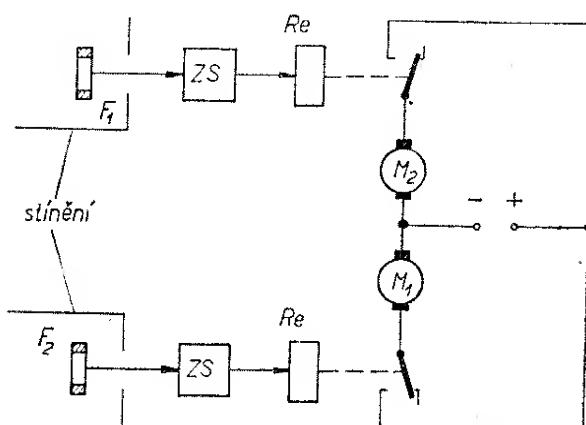
Obr. 26. Schématický plán propojení jednotlivých stavebních dílů kybernetické kocky

u tohoto modelu nejde o to předvádět létání, ale ukázat schopnost motýla reagovat na světlo.

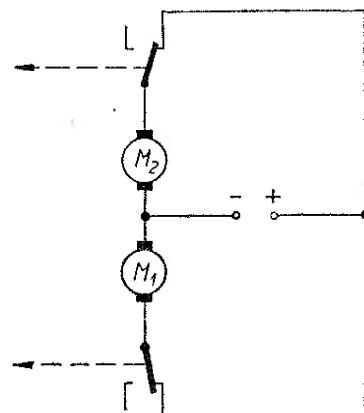
Nachází-li se model v naprosté tmě, jsou všechny hnací agregáty (motory) vypnuty a model se nepohybuje. Při zapnutí světelného zdroje se však model začne pohybovat, přičemž se otáčí tak, že jede přímo ke světelnému zdroji. Na rozdíl od kybernetické želvy se může motýl otáčet ke zdroji světla oběma směry. Technicky se to dá snadno vyřešit tím, že za prvky, přijímající světelné signály, zvolíme fotoodpory opatřené plechovými chrániči, které umožňují pronikání světla buď jen z jedné nebo z druhé strany, zleva nebo zprava (obr. 27). Dopadne-li světelný paprsek např. na levý

fotoodpor, uvádí se pomocí tranzistorového zesilovače v činnost příslušné relé, které uvádí v pohyb odpovídající motor (pravý) a model se otáčí za zdrojem světla. Jakmile se však vytočí do správného postavení, tj. do směru světelného zdroje, zapíná se i druhý motor (levý), protože světlo nyní dopadá i na druhý fotoodpor a motýl se pohybuje přímo ke světelnému zdroji.

Podvozek motýla je naprosto stejný jako u želvy. Je však nutno dbát na to, aby pravý motor byl uváděn v činnost skutečně levým fotoodporem a naopak. Model byl také dodatečně vybaven tykadlem (orgánem hmatu), které působí stejně, jak tomu bylo u želvy. Zapojení motýla bylo rozšířeno podle schématu na



Obr. 27. Blokové schéma kybernetického modelu „motýla“



Obr. 28. Zapojení kontaktů (doplňek obr. 27) kybernetického modelu „švába“

obr. 6 (spínač  $S$ , ZS a  $Re_1$  s přepínacími kontakty). Jeho pohyb pak vypadá takto: motýl směřuje za zdrojem světla, dotkne se ho, otočí se stranou (zapne se jen jeden motor), opět hledá zdroj světla a opět na něj narází. Čtenář si při tom jistě vzpomene na nesmyslné chování noční můry, která znova a znova nalétává na rozsvícenou lampu a tak dlouho opakuje své pokusy, až shoří.

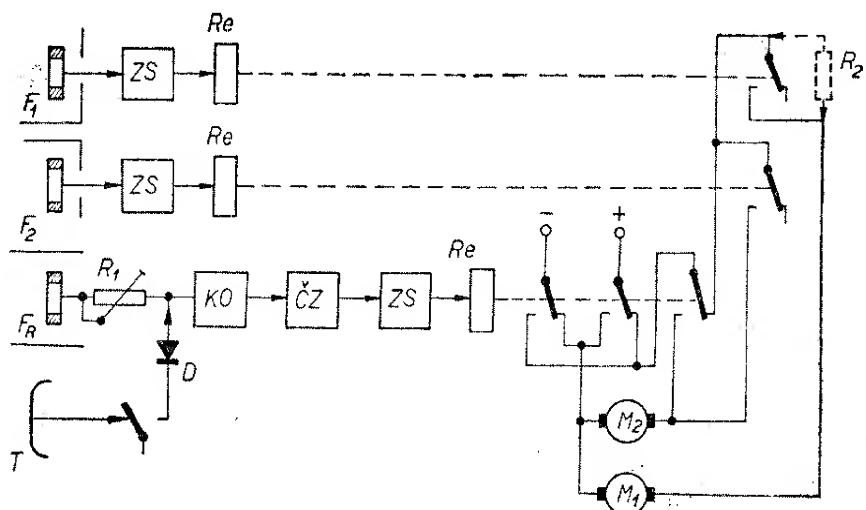
*Kybernetický šváb* má totožné základní schéma s motýlem (noční můrou), jenomže v tomto případě působí světelné vlivy opačně (obr. 28). Vždy po zasazení fotoodporu světelným paprskem přeruší zapojené relé protilehlý motorový okruh proudu a tím je způsobován úhybný pohyb. Aby nezůstal šváb v dostatečně osvětlených prostorech stát, ale pokračoval neustále ve svém pohybu, doporučuje se přemostit kontakty relé odpory a tím se model při otevřeném proudovém okruhu pohybuje poloviční rychlostí. Také model švába je možné opatřit dodatečně tykadlem, takže při nárazech na překážky se model vyhýbá, v tomto případě stejně jako želva (obchází překážku).

*Kybernetický mol* se může chovat tak, že při vyhledávání světelného zdroje reaguje stejně jako kybernetický motýl. Kontakty relé jsou ale přemostěny odpory, takže v úplné tmě běží oba motory jen na poloviční rychlost. Vyhledávání světelného zdroje probíhá v obou směrech. Přiblíží-li se model do bezprostřední blízkosti světla, dosáhneme vyhýbacího

manévrov použitím dalšího fotoodporu, jehož citlivost je ředitelná odporem; při určitém množství světla se začne mol vracet zpět a vzápětí začne znova vyhledávat světelný zdroj. U mola však dochází k jiné reakci než u motýla. Zatímco motýl najízdí přímo na světelný zdroj, mol zůstává v určité vzdálenosti stát (vyhýbá se stranou). To znamená, že se vyhýbá nebezpečí spálení. Naprosto neodvisle na úhybném pohybu při přiliš silném světle mohou být funkční orgány, použité právě pro tento děj, kombinovány ještě tykadlem. Celá funkce modelu je jasně patrná z blokového schématu na obr. 29. Fotoodpory pro úhybné pohyby a případné světelné tykadle musí být opticky „odstíněny“.

Také tento model byl zkonstruován s polovodičovými modulovými díly. Jeho zvláštností je dokonalá regulace úhybných pohybů v blízkosti světelného zdroje. Aby byla zaručena jejich správná funkce, má fotoodpor  $F_R$  vřazen do série proměnný odpor  $R_1$ , z něhož jde signál na klopový obvod. Tento obvod se po dosažení určité hodnoty osvětlení rychle překlopí.

Jak bylo zdůrazněno již na počátku, obměňují se ve všech modelech některé základní díly. Z toho důvodu bylo také zcela vědomě při popisech různých kybernetických modelů upuštěno od popisu podrobností konstrukce. U všech funkčních skupin, vyobrazených na připojených obrázcích, pracoval autor s tako-

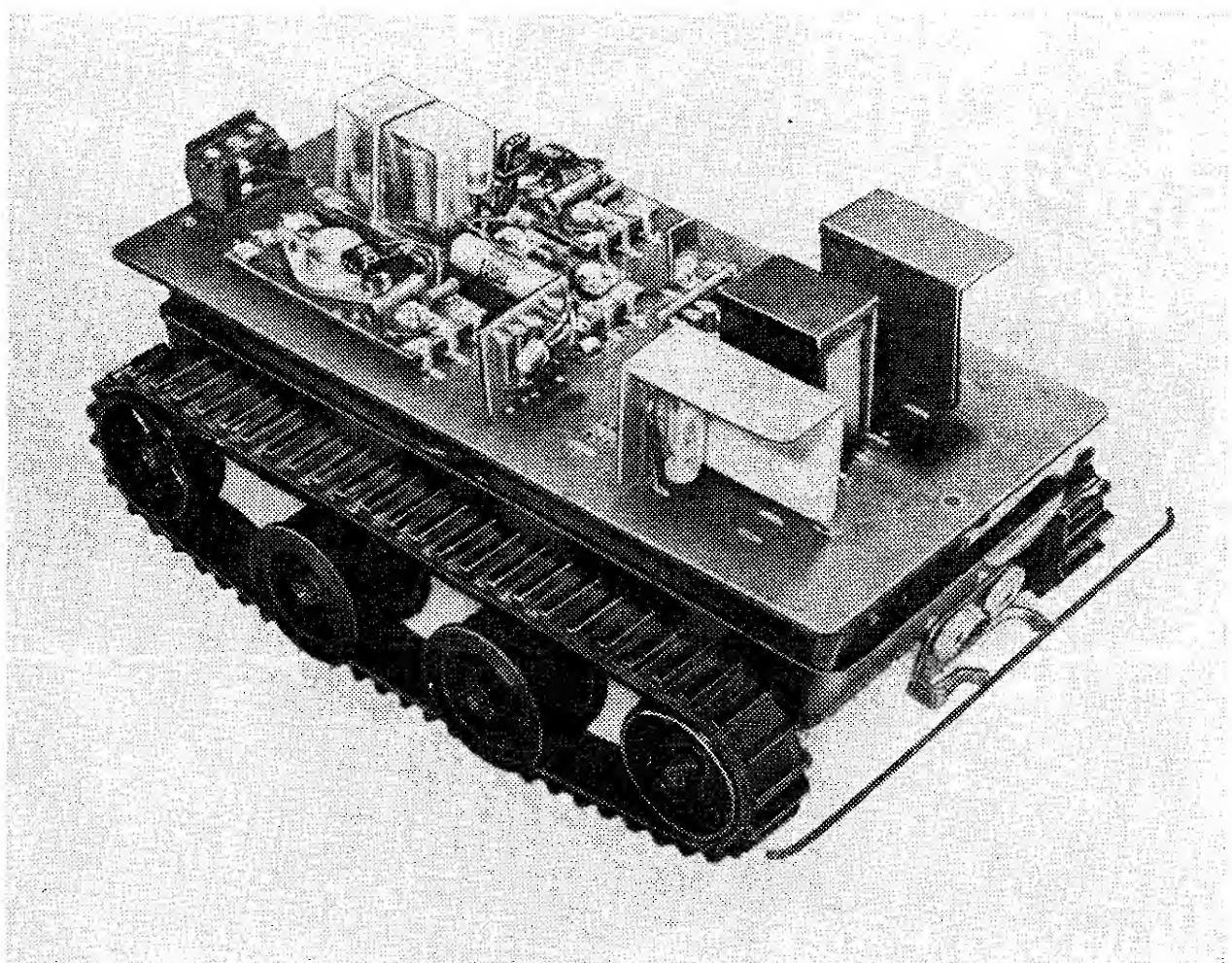


Obr. 29. Blokové schéma kybernetického modelu „mol“

vými prvky, které se daly použít při různých variantách modelů. Pro speciální účely jednotlivých modelů bylo pak nutno jen zhotovit některé dodatečné prvky, jako např. *RC* členy pro kočku, chrániče proti bočnímu pronikání světla na foto-odpory u mola, švába i motýla a klopné obvody pro přepínání v bezprostřední blízkosti světelného zdroje.

Autor použil v jednotlivých stavebních dílech tranzistory se středním zesílením ( $h_{21e}$  asi 60). Bez jakýchkoliv obtíží je však možné použít i tranzistorů druhé jakosti nebo mimotolerantních. Pak však je dlužno mít na paměti, že je někdy nutné použít více stupňů. Označení v jednotlivých popisovaných vyobrazeních modelů mají následující význam:

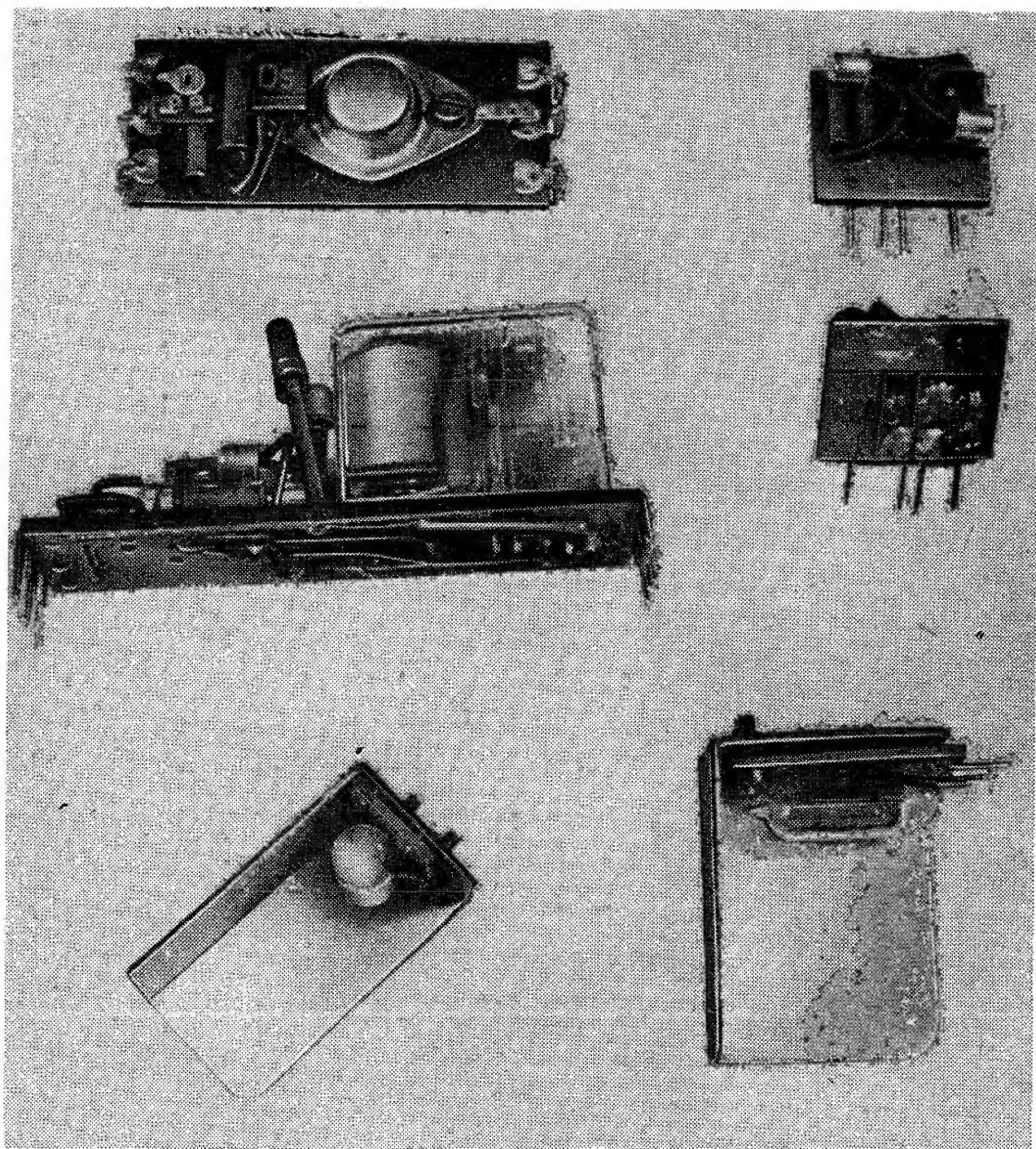
- M* – krystalová nebo dynamická mikrofonová vložka
- MZ* – předzesilovač pro mikrofon (obr. 11)
- D* – dioda (germaniová typ 0A705)
- ČZ* – zpožďovací článek, sestávající z nízkovoltového elektrolytu a pevných nebo proměnných odporů k určování doby přítahu relé (obr. 24)
- ZS* – zesilovač, sestávající nejčastěji z jednoho nebo i několika tranzistorů v zapojení stejnosměrného zesilovače (obr. 22)
- KO* – Schmittův klopný obvod (obr. 21)
- F* – fotoodpor
- ČS* – časový spínač, sestávající z relé s tranzistorovým zesilovačem, k tomu *RC* článek (obr. 23)



Obr. 30. Pohled na kybernetický model „mola“ se zapojenými stavebními díly

*Re* – relé s co možná nejvyšším odporem  
a odpovídajícím napětím pro po-  
užívané zdroje proudu

*Ž* – žárovky odpovídající intenzity pro  
kybernetickou kočku  
*M<sub>1</sub>* – levý pohonný motor



Obr. 31. Tento obrázek podává přehled o různých výmenných dílech, které byly zhotoveny pro jednotlivé kybernetické modely. Vlevo nahoře je tranzistorový zesilovač přepínače, který byl použit namísto relé. Vpravo nahoře a ve středu vpravo jsou dva klopné obvody, vlevo uprostřed článek časového zpoždění se zesilovačem a relé. Vpravo a vlevo dole foto-odpory s postranním stínítkem

- $M_2$  - pravý pohonný motor  
 $R_1$  - proměnný odpor k regulaci citlivosti fotoodporu, způsobující úhybné pohyby mola  
 $R_2$  - paralelní odpory (aby měly motory při rozepnutých kontaktech relé jen poloviční rychlosť); velikost musí být vyzkoušena (dbejte přitom na správné dimenzování odporu).

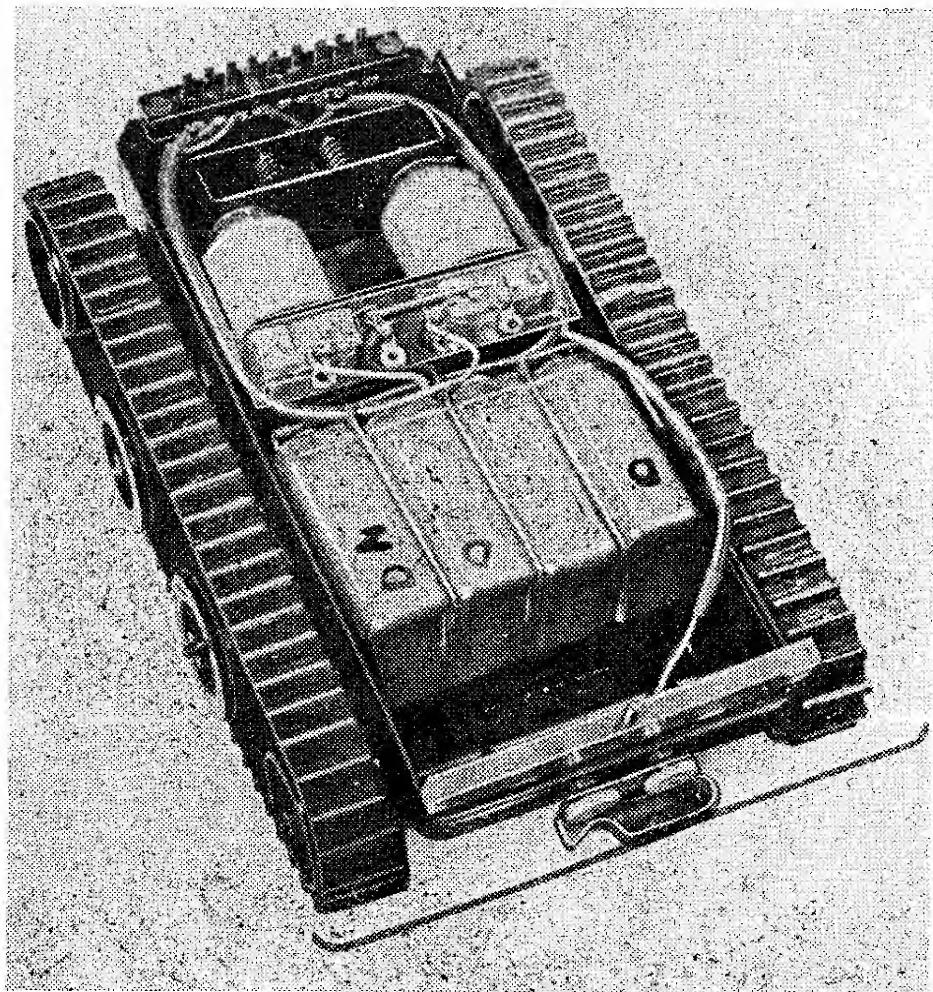
### III. 1. Vyučovací stroj Test 1

Přednosti vyučovacích strojů byly zvláště v poslední době náležitě vyzdviženy v různých publikacích. Taková technická zařízení jsou skutečně vítanými pomocnými prostředky, které jsou vhodné

ke zkvalitnění vyučovacího procesu. Z různých označení, kterými byly v průběhu doby charakterizovány – jako učební, učící, nebo vyučovací stroje, je to právě ten poslední výraz, který zevšeobecněl. Podle vhodnosti a v neposlední řadě i podle technických možností se v různých publikacích rozlišují následující vyučovací stroje:

Typ *lektor* k rychlému individuálnímu osvojování učební látky,  
 typ *repetitor* k opakování učební látky a upevnění už získaných vědomostí,  
 typ *examinátor* ke zkoušení znalostí,  
 typ *trenér* jako cvičební přístroj,  
 typ *komunikační* jako pomocný přístroj pro třídní kolektiv.

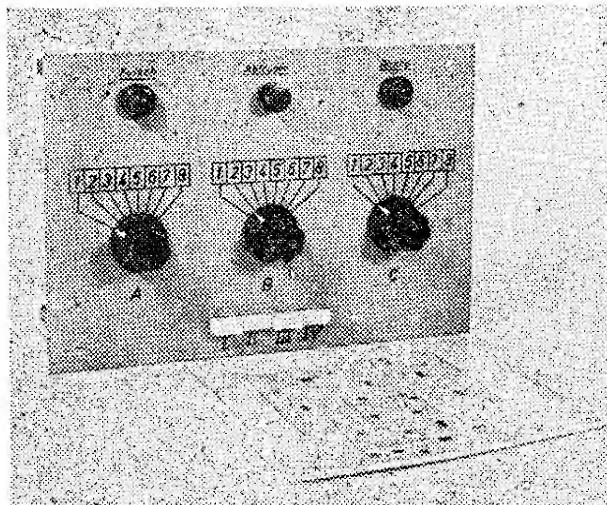
Ze všech těchto druhů je snad nevhodnější typ lektor právě pro rychlé progra-



Obr. 32. Pohled na podvozek. Je tentýž jako u říditelné hračky „Omega“. Místo čtyř plochých baterií 4,5 V byly použity čtyři NiCd akumulátory 1,2 V - 1 Ah

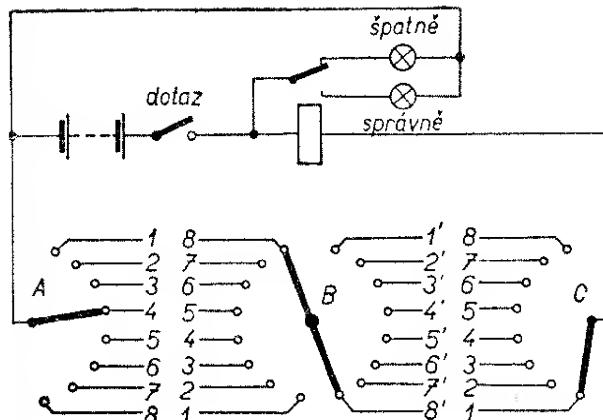
---

S přáním více volného času pro radioamatérské pokusy v roce 1966 – redakce



Obr. 33. Panel vyučovacího přístroje Test 1.  
Pod ním komplex otázek z výuky sportovního motoristy GST

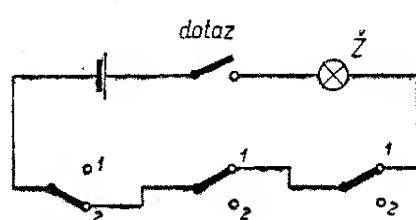
mované přednášení učební látky. Pro mnohá použití jsou ale vhodné také jednoduché přístroje. Zvláště typ examinátor a trenér mohou být zhotoveny i amatérsky s poměrně malými finančními náklady. Při příležitosti jednoho zasedání našich funkcionářů byl předveden typ examinátor – *Test 1*. Soubory zcela jednoduchých otázek z nejrůznějších odvětví naší sportovní činnosti prokázaly mnohostrannost tohoto malého zkušebního přístroje a tím i vhodnost podobných pomocných přístrojů pro naši výuku. Obr. 33 představuje vyučovací stroj *Test 1*. Na čelní desce přístroje jsou vidět knoflíky tří přepínačů, označené *A*, *B* a *C*. Na každém z těchto přepínačů může být nastaveno 8 různých poloh. Všechny tři přepínače *A*, *B* a *C* jsou navzájem tak propojeny, že dohromady dají možnost nastavení  $8 \times 8 \times 8 = 512$  variant uza-



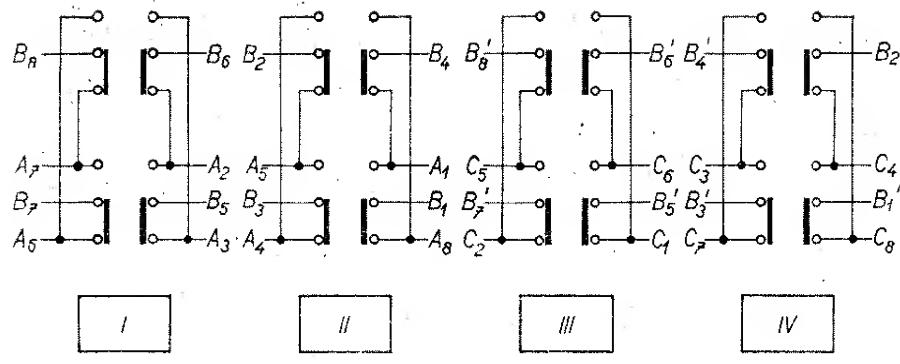
Obr. 35. Indikační zapojení přepínačů *A*, *B* a *C* pro různé možnosti volby

vřených okruhů. Obr. 34 představuje silně zjednodušené zapojení přístroje. Po stisknutí tlačítka *dotaz* je okruh proudu uzavřen a rozsvítí se žárovka. Rozsvícení žárovky znamená správnou odpověď. Se třemi spínači (po dvou kontaktech) je tedy možno vytvořit celkem 8 různých variant ( $2 \times 2 \times 2$ ), z nichž jenom jedna, naznačená na obr. 34 vede k rozsvícení žárovky.

Z doposud vylíčeného je zřejmé, že při použití tří přepínačů vždy po osmi polohách, tj. z celkem 512 možných otázek, může být vždy jen 8 označeno rozsvícením žárovky za správné. Po delší práci s přístrojem by si „žák“ mohl zcela snadno zapamatovat 8 správných variant a tím by se stíral význam celého zařízení. Ukázalo se proto nutným připojit ještě další přepínači možnosti u kontaktů, vedoucích ke správné odpovědi. Za tímto účelem byla vestavěna soustava tlačítek (obr. 33). Čtyři tlačítka (*I* až *IV*) umožňují celkem 16 přepínačích variant. Je totiž myslitelné, že si žák zapamatuje všechny možnosti z celkem 16 měnitelných programů tohoto tlačítkového přepínače. Celkové zapojení přístroje je vyobrazeno na obr. 35. Osm poloh přepínačů *A*, *B* a *C* je značeno čísly a odpovídají připojům na tlačítkovém přepínači (obr. 36). Kompletní zapojení doplňuje přídavná žárovička, určená pro označení špatných odpovědí. O přepínání na správné žárovičky – červené pro špatnou, zelené pro dobrou odpověď – pečuje relé.



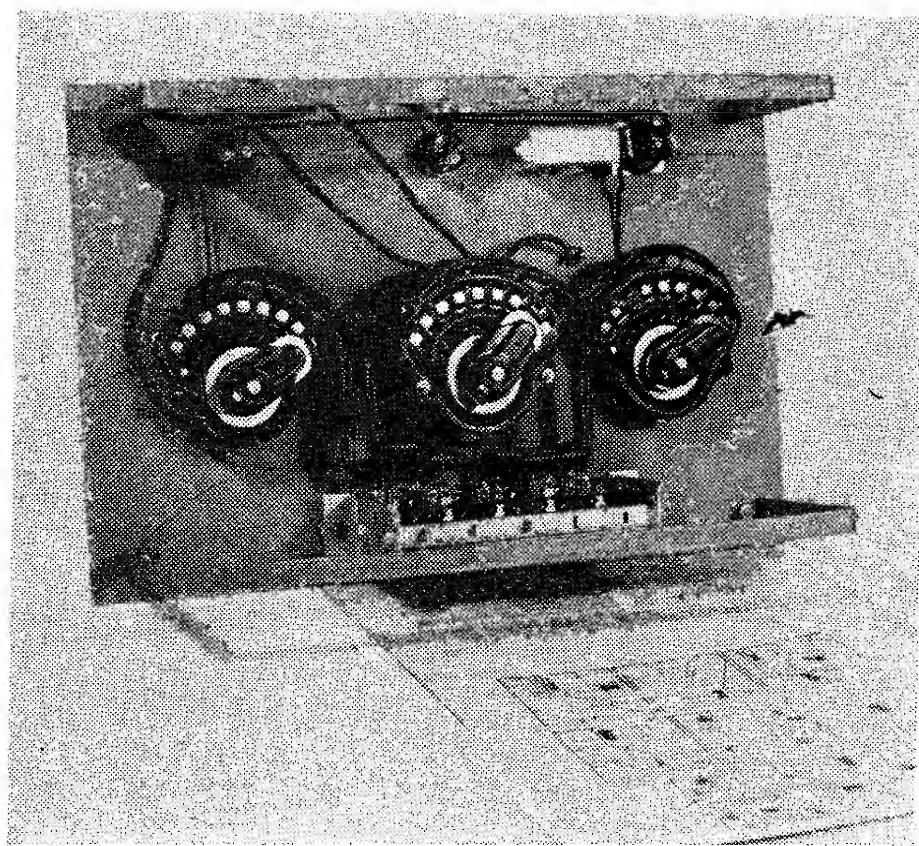
Obr. 34. Zjednodušené zapojení k vysvětlení principu vyučovacího přístroje *Test 1*



Obr. 36. Zapojení tlačítkové soupravy se čtyřmi tlačítky

Tabulka na str. 25 znázorňuje celý program vyučovacího stroje. S jeho pomocí pozná lehce každý učitel, případně žák, které z osmi čísel (poloha přepínače) při každém ze 16 možných postavení tlačítkového přepínače vede ke správné odpovědi. Tím je umožněno navrhnout v nejkratší době celý komplex otázek. Zpravidla bývají tyto komplexy otázek rozvrženy do osmi skupin. Každá z těchto skupin sestává z jedné otázky a několika možných odpovědí, ze kterých je ovšem jen jediná správná. Kódování správné

odpovědi si může učitel zcela jednoduše odvodit z programové tabulky. Ne-správné odpovědi mohou nést libovolná čísla, která ovšem nesmějí být uvedena v programové tabulce. Toto jednoduché uspořádání umožňuje učiteli hned po vyučovací hodině vyznačit na tabuli několik skupin otázek, s jejichž pomocí si mohou žáci při tomto způsobu studia přezkoušet své vědomosti. Získávají tak snadno přehled o mezerách ve svých vědomostech a jsou podněcováni k dalšímu studiu.



Obr. 37. Pohled na způsob zapojení vyučovacího stroje  
Test 1

*Příklad:*

Ve vyučovací hodině přednáší učitel o okruhu elektrického proudu a Ohmově zákonu. Po skončeném výkladu vyznačí učitel na tabuli následující otázky:

*Otzáka 1: Jak zní Ohmův zákon?*

Odpovědi: Poloha přepínače:

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| $U = I \cdot R$ | A na 1, B na 4, C na 3 |
| $U = I : R$     | A na 1, B na 6, C na 4 |
| $U = R : I$     | A na 1, B na 2, C na 8 |

*Otzáka 2: Jaký proud protéká odporem  $1 k\Omega$  při  $80 V$ ?*

Odpovědi: Poloha přepínače:

- |         |                        |
|---------|------------------------|
| $80 A$  | A na 2, B na 4, C na 1 |
| $0,8 A$ | A na 2, B na 5, C na 8 |
| $80 mA$ | A na 2, B na 6, C na 6 |

*Otzáka 3: Jak zní formulace pro elektrický odpor?*

Odpovědi: Poloha přepínače:

- |     |                        |
|-----|------------------------|
| $U$ | A na 3, B na 2, C na 3 |
| $R$ | A na 3, B na 5, C na 1 |
| $I$ | A na 3, B na 5, C na 4 |

Popsaná základní varianta jednoduchého vyučovacího přístroje Test 1 je však mnohotvárná. O tom konečně svědčí další řádky.

*Zvukové signály.* Označení pro špatnou nebo dobrou odpověď může být zcela jednoduchým způsobem spojeno i se zvukovým signálem, připojíme-li paralelně k signální žárovici bzučák (zvonek) nebo tónový nízkofrekvenční generátor.

*Počítadla.* Připojíme-li paralelně k žárovicím počítadla, můžeme zaregistrovat i počet dobrých či chybných odpovědí. Počítadla však vyžadují jen minimální napětí, asi  $8 V$ . Je proto nutné pro takový případ použít odpovídajícího napětí a současně i žárovek.

*Osvětlování tabulek s otázkami.* Pro předváděcí účely je žádoucí označovat otázky světelnými signály. I to se dá uskutečnit vhodnou úpravou spínačů.

*Omezení doby odpovědi.* Nahradíme-li spínač krokovým voličem, můžeme s pomocí časového spínače omezit dobu pro odpověď. Jako časové relé můžeme použít např. tranzistorové multivibrátory, známé z použití u přepínačů blikacích světel – ukazatelů směru u automobilů.

## TABULKA S PROGRAMEM

### VYUČOVACÍHO STROJE

(tučně vytisklé římské číslice značí stisknuté tlačítko)

I	II	III	IV												
A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C	
1	4	3		1	4	3		1	1	8		1	4	3	
2	6	6		2	5	1		2	6	6		2	6	1	
3	5	1		3	6	6		3	5	1		3	5	6	
4	3	7		4	3	7		4	2	4		4	3	7	
5	2	4		5	2	4		5	3	7		5	2	4	
6	7	2		6	8	5		6	7	2		6	7	5	
7	8	5		7	7	2		7	8	5		7	8	2	
8	1	8		8	1	8		8	4	3		8	1	8	
I	II	III	IV												
A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C	
1	4	7		1	1	3		1	1	8		1	4	7	
2	6	6		2	5	6		2	6	1		2	6	1	
3	5	1		3	6	1		3	5	6		3	5	6	
4	3	3		4	2	7		4	2	4		4	3	3	
5	2	8		5	3	4		5	3	7		5	2	8	
6	7	2		6	8	2		6	7	5		6	7	5	
7	8	5		7	7	5		7	8	2		7	8	2	
8	1	4		8	4	8		8	4	3		8	1	4	
I	II	III	IV												
A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C	
1	4	7		1	4	3		1	1	4		1	1	8	
2	5	1		2	5	6		2	6	6		2	5	6	
3	6	6		3	6	1		3	5	1		3	6	1	
4	3	3		4	3	7		4	2	8		4	2	4	
5	2	8		5	2	4		5	3	3		5	3	7	
6	8	5		6	8	2		6	7	2		6	8	2	
7	7	2		7	7	5		7	8	5		7	7	5	
8	1	4		8	1	8		8	4	7		8	4	3	
I	II	III	IV												
A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C	
1	1	4		1	4	7		1	1	4		1	1	4	
2	6	1		2	5	6		2	5	1		2	5	6	
3	5	6		3	6	1		3	6	6		3	6	1	
4	2	8		4	3	3		4	2	8		4	2	8	
5	3	3		5	2	8		5	3	3		5	3	3	
6	7	5		6	8	2		6	8	5		6	8	2	
7	8	2		7	7	5		7	7	2		7	7	5	
8	4	7		8	1	4		8	4	7		8	4	7	

Je pochopitelné, že interval mezi jednotlivými sepnutími musí být pro tento účel patřičně upraven.

*Optické dotazy (diaprojekce).* Vyučovací přístroj může být kombinován i s diaprojektorem s dálkovou obsluhou. Tím můžeme klást otázky opticky. Projektor může být spojen s tlačítkem, takže po každém stisknutí je promítnuta další otázka.

Je bezpochyby ještě celá další řada různých možností a variací při konstrukci jednoduchých, pro vyučování vhodných přístrojů.

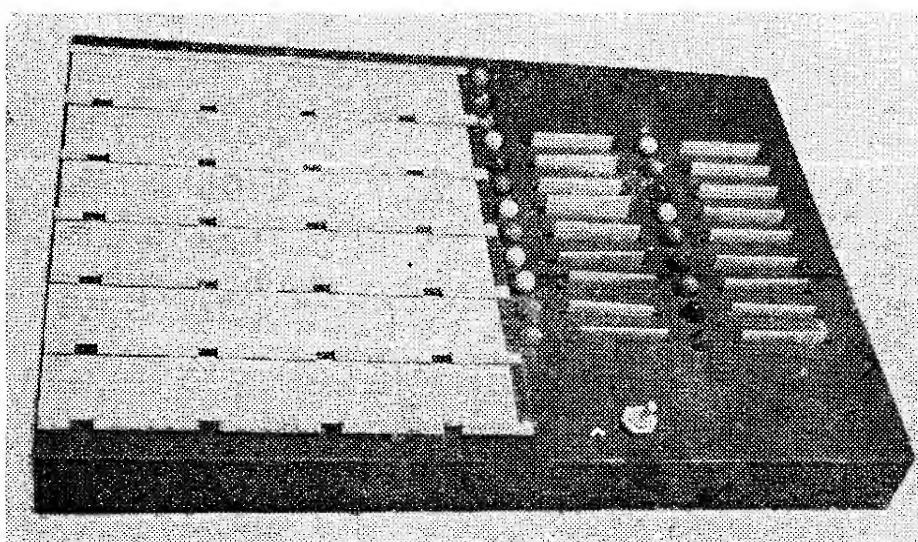
### III. 2. Jednoduchý vyučovací stroj Kybernetikus 1

Kybernetikus 1 je vyučovací stroj, kterého může být velmi účinně používáno jak při osvojování, tak i při kontrole vědomostí žáků, to znamená, že je typu lektor a examinátor. Obr. 38 představuje přístroj v celkovém pohledu. Na levé straně přístroje se nalézá – usporádáno v řadě pod sebou – šest otázek. Vpravo vedle otázek jsou umístěny odpovědi vždy po třech, z nichž jedna je nesprávná, druhá jen dílcem způsobem správná a třetí správná. Žák tedy může volit pro každou otázku jednu ze tří odpovědí.

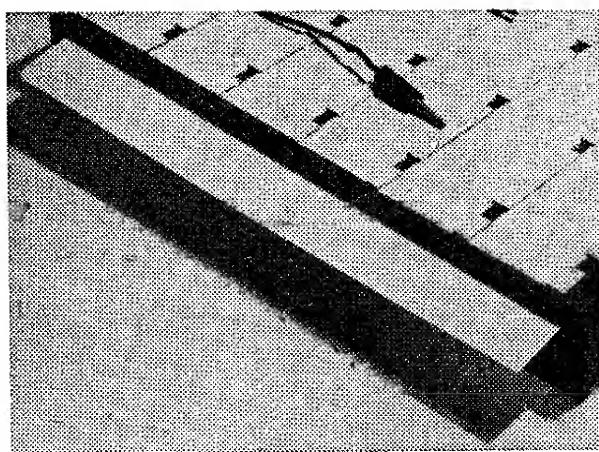
Na pravé straně přístroje jsou umístěny k jednotlivým odpovědím příslušné signální žárovičky a informační karty k řízení učebního procesu žáka. Ke každé kartě pro otázku i odpověď patří zdírka, umístěná na spodní polovině karty. Zdírky otázek jsou spojeny s kladným pólem ploché baterie 4,5 V, zatímco zdírky pro odpovědi jsou zapojeny v sérii s přepínačem signálních žároviček a zapojeným pólem baterie.

Mezi víkem přístroje a pod ním umístěnou deskou pro zdírky je mezera o šíři 4 mm, která umožňuje umístění kontrolního listu formátu A4, který je však pochopitelně žákovi nedostupný (obr. 39). Celý přístroj se uvádí v činnost vestavěným páčkovým spínačem. Kontrolní žárovička (levá řada nahore) ukazuje, že přístroj je připraven k manipulaci (obr. 40). Žák zavede banánek spojovacího kabelu do zdírky v řadě otázek a propíchné přitom kontrolní kartu (obr. 41). Zasunutím druhého banánu do zdírky pro vyvolenou odpověď se uzavře po propíchnutí kontrolní karty okruh proudu. V levé části přístroje umístěná signální žárovička podá pak žákovi zprávu o kvalitě jeho odpovědi. Červené světlo znamená: Tvá odpověď je špatná, bílé světlo: Tvá odpověď je jen částečně dobrá, zelené světlo: Odpověď je správná (obr. 40).

V každém případě však žák obdrží informační kartu, umístěnou vpravo vedle signální žárovičky, která pak dodatečně usměrňuje jeho myšlenkový pochod pomocí meziotázek, kresek apod. a přivede



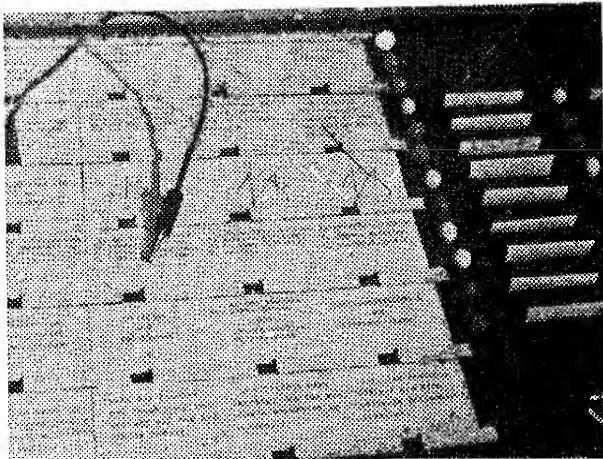
Obr. 38. Pohled na programový vyučovací stroj Kybernetikus 1



Obr. 39. Zasouvání kontrolní karty do přístroje

jej tak zpět k otázce, na kterou byla dána buď jen částečně dobrá nebo popřípadě úplně špatná odpověď. Odpověděl-li žák ihned správně, slouží kontrolní karta k rozšíření a prohloubení jeho vědomostí (obr. 42). Programový průběh procesu je znázorněn na obr. 43 a 44.

Po ukončení žákových úkonů odstraní učitel z přístroje kontrolní kartu (obr. 45). Karta může být později vyhodnocena přiložením na připravenou šablonu jako děrovací štítek. Tím se zrychlí kontrola a opravování úloh. Používání vyučovacího stroje Kybernetikus 1 poskytuje celou



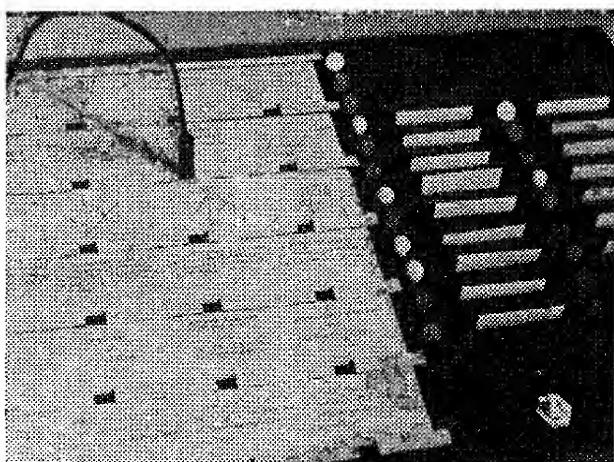
Obr. 41. Banánek spojovacího kabelu je zasunut do zdírky pro otázku

řadu výhod a o některých se zde musíme zvlášť zmínit.

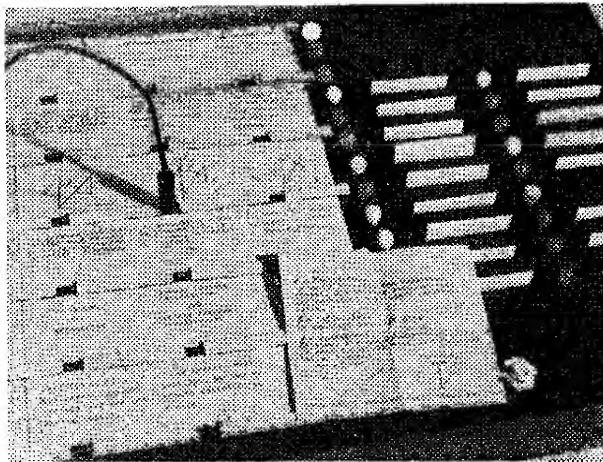
1. Celá třída se účastní kontroly výsledků, takže je plně využita učební doba.

2. Dochází ke zcela objektivnímu a rychlému vyhodnocení odpovědí.

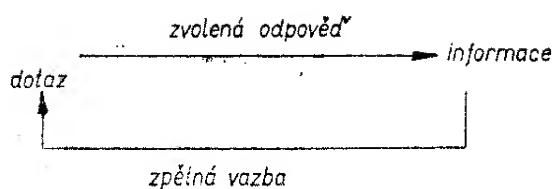
3. Podstatně se zkracuje čas, nutný ke kontrole odpovědí ve srovnání s běžným způsobem. Jestliže předpokládáme, že ve třídě o 30 žácích učitel během učební hodiny položí tutéž otázku 5 žákům, pak předpokládejme, že odpovědi těchto 5 žáků zaberou z vyučovací hodiny 10 minut. Pro vyzkoušení celé třídy učitel



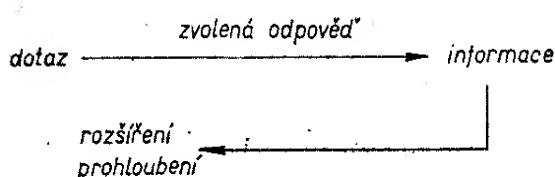
Obr. 40. Je-li zasunut banánek spojovacího kabelu do správné zdírky pro odpověď, pak posoudí příslušná žárovka kvalitu odpovědi



Obr. 42. Při špatně zvolené odpovědi si žák vyjmé informační kartu s návodem ke správné odpovědi

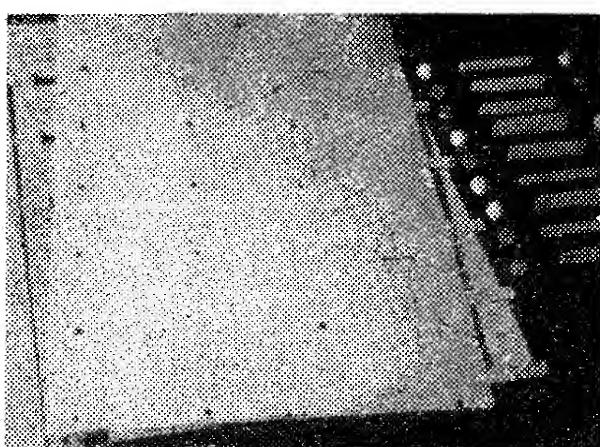


Obr. 43. Průběh při špatné nebo jen částečně dobré odpovědi



Obr. 44. Průběh při dobré odpovědi

zkouší 30 žáků celkem 6 vyučovacích hodin a z nich stráví celkem 60 minut zkoušením. Při použití 30 strojů Kybernetikus 1 může každý žák zodpovědět průměrně 6 otázek za 20 minut. Při ústním zkoušení by to trvalo u všech 30 žáků  $6 \times 60 = 360$  minut neboli 8 vyučovacích hodin po 45 minutách. Z toho vyplývá vzestup „produkivity“ na 1800 % (20 minut proti 360 minutám), neboli úspora 7 hodin a 25 minut vyučovací doby. Nedá se ovšem vůbec vyčíslit ideoový zisk plynoucí z toho, že žáci se učí s chutí a tím si osvojí hlubší znalosti a v hlubším rozsahu. Dosah vy-



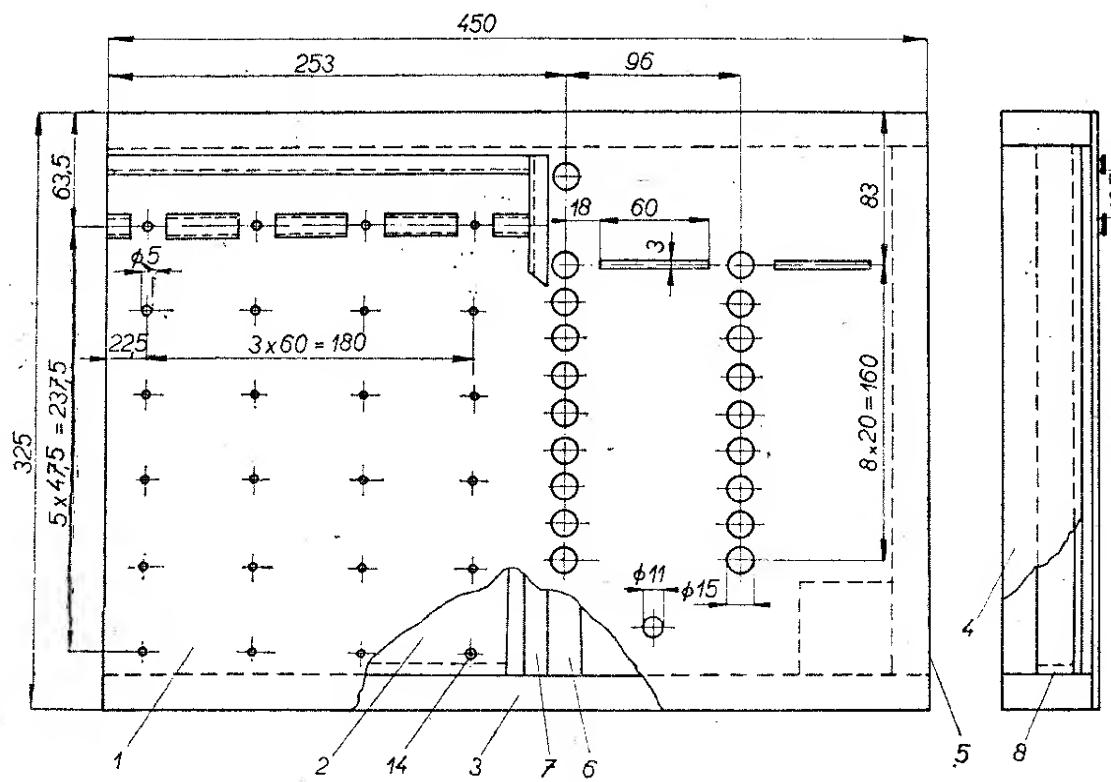
Obr. 45. Tak vypadá kontrolní karta po kontrole kvality odpovědí. Z obrázku je vidět, že kvalita odpovědí není vynikající

užití modelu Kybernetikus 1 je téměř neomezený. Jeho možnosti sahají od odborné teorie závodní výuky přes předměty „Úvod do socialistické ekonomiky“, chemii, fyziku, zeměpis, matematiku až k pravopisu, gramatice jak mateřského tak i cizího jazyka. Abychom umožnili napodobení a stavbu podobného přístroje, zobrazili jsme na obr. 46 a 47 rozměry a plánek zapojení. Použitý materiál je uveden v rozpisce. Obrázky jsou tak jednoduché, že další popis by byl naprostě zbytečný a nám zbývá než poprát při konstrukci mnoho úspěchů a radostné práce.

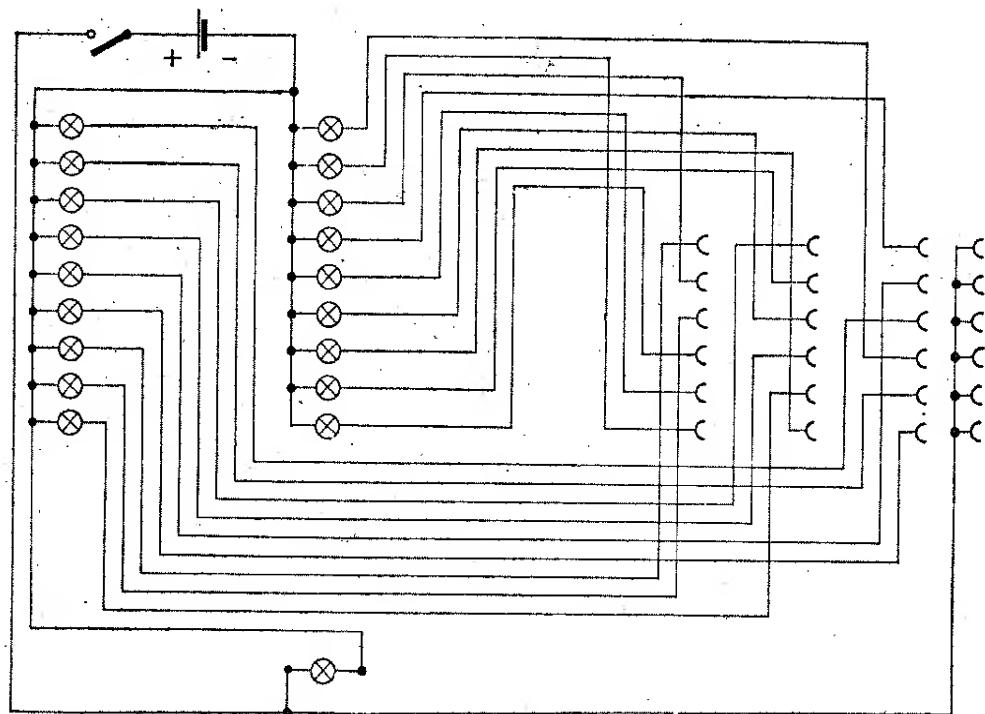
#### IV. 1. Jednoduché statické analogové počítače

Mluvíme-li o „elektronických počítacích strojích“, máme obyčejně na mysli číslicové počítače, tj. přístroje, které počítají zrovna tak s číslicemi jako běžné kancelářské stolní počítací stroje. Jinou, přitom ovšem zrovna tak důležitou, ale už méně známou skupinou elektronických počítacích strojů jsou analogové počítače, u kterých jsou čísla nahrazeny např. fyzikálními veličinami (napětí, proud apod.). Mechanický analogový počítač je i logaritmické pravítko, u kterého jsou čísla vyjádřena délkami. Analogové počítače pro složité matematické výpočty používají jako indikačního přístroje osciloskopu a využívají základní jevy RC členů, které jsou odtlumeny zesilovačem. Pro praktické potřeby amatéra, ale současně i pro mnohostranné využití v praxi, stačí zcela jednoduché statické analogové počítače, u nichž může být jako indikátor použit měřicí přístroj s otočnou cívkou. Pokusíme se zde vysvětlit základní zapojení pro úkony sčítání, odčítání, násobení a dělení. Na základě tohoto základního zapojení můžeme stavět přístroje, které budou dokonale řešit jednoduché lineární algebraické rovnice.

Základním stavebním prvkem pro analogový počítač je lineární potenciometr (obr. 48), u něhož se odpor mění úměrně s úhlem natočení běžce. Nazveme-li celkový odpor  $R$ , pak při jakémkoliv nastavení úhlu běžce potenciometru



Obr. 46. Rozměry skřínky zjednodušeného vyučovacího přístroje typu Kybernetikus I



Obr. 47. Zapojení jednoduchého vyučovacího přístroje Kybernetikus I

## Rozpiska vyučovacího stroje Kybernetikus 1

Číslo	Počet kusů	Označení	Materiál	Rozměry v mm
1	1	horní deska	umělá hmota	$450 \times 325 \times 4$
2	1	deska pro zdířky	umělá hmota	$305 \times 210 \times 4$
3	2	boční lišta	borovicové dřevo	$40 \times 10 \times 450$
4	1	boční lišta	borovicové dřevo	$40 \times 10 \times 305$
5	1	boční lišta	borovicové dřevo	$35 \times 10 \times 305$
6	2	držáky pro obruby	borovicové dřevo	$30 \times 10 \times 305$
7	1	rám pro desku na zdířky	borovicové dřevo	$20 \times 8 \times 305$
8	1	držák desky na zdířky	borovicové dřevo	$15 \times 5 \times 305$
9	2	držák desky na zdířky	borovicové dřevo	$15 \times 5 \times 200$
10	1	držák baterie	ocelový plech	$0,5 \times 60 \times 5$
11		lepenkové pásky	lepenka	$5 \times 1 \times$ asi 2100
12		lepenkové pásky	lepenka	$8 \times 1 \times$ asi 2100
13	1	páckový spínač		jednopólový
14	24	telefonní zdířky		
15	1	růžová kontrolní žárovka		3,8 V/0,07 A
16	6	zelená signální žárovka		3,8 V/0,07 A
17	6	bílá signální žárovka		3,8 V/0,07 A
18	6	červená signální žárovka		3,8 V/0,07 A
19	19	obruba		
20	2	banánkové zástrčky		
21	1	lanko		$1 \times 0,85 \text{ mm}^2; 250 \text{ mm}$
22	2	bateriové kontakty zapojovací drát, vruty do dřeva, hřebíky		(napínáčky)

je dílčí odpor (měřeno od „studeného“ konce)  $a \cdot R$ .

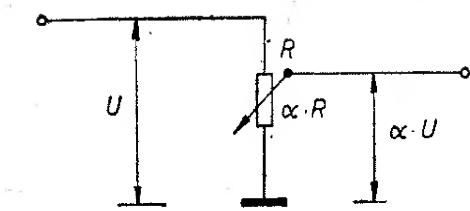
Přitom

$$a = \frac{\text{nastavený úhel natočení běžce}}{\text{celkový úhel otáčení běžce}}.$$

Podle zákona o dělení napětí platí pro výstupní napětí popisovaného zapojení (je-li ovšem výstup nezatížen), že výstupní napětí je

$$U \cdot \frac{a \cdot R}{R} = a \cdot U.$$

Tento výraz je základem pro použití potenciometrů u analogových počítačů. Jinak řečeno, výstupní napětí se mění lineárně s úhlem natočení. Tím je vlastně umožněno, abychom na stupnici vynesli přímo stupnici napětí. Základní podmínkou je, že výstup nesmí být zatížen a že napětí  $U$  je stabilní. Kdybychom chtěli měřit napětí na výstupu, museli bychom použít měřicí přístroj s vysokým vstupním odporem. Velmi jednoduše se dají zkonstruovat takové analogové počítače, u nichž je měřeno napětí kompenzační metodou (obr. 49).

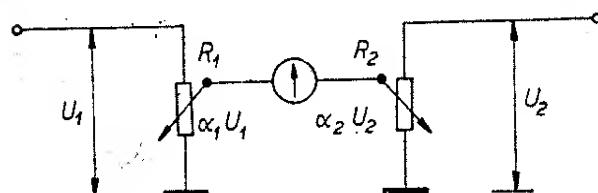


Obr. 48. Základní zapojení potenciometru

Jako měřidlo můžeme použít přístroj s otočnou cívkou s nulou uprostřed. Přístroj nemusí být cejchován, jen nula musí být řádně označena. Jsou-li napětí  $a_1 \cdot U_1$  a  $a_2 \cdot U_2$  rozdílná, je mezi oběma vývody běžců potenciometrů napětí, přístrojem protéká proud a ukáže výchylku. Jsou-li však obě napětí stejná, neprotéká obvodem mezi oběma běžci potenciometrů žádný proud a ručka zůstane v klidu. Chceme-li např. změřit napětí  $a_1 \cdot U$  (potenciometr  $R_2$  je cejchován a napětí  $U_2$  známo), pak otáčíme potenciometrem  $R_2$  tak dlouho, až se ručka měřidla zastaví na nule uprostřed stupnice. Můžeme pak na potenciometru  $R_2$  jen přečíst údaj  $a_2 \cdot U_2$  a neznámé napětí  $a_1 \cdot U_1 = a_2 \cdot U_2$  se stává známým.

Na základě kompenzační metody lze také zkonstruovat sčítací obvod (obr. 50). Druhý proudový okruh ( $U_2, R_2$ ) leží „vyšoko“, napětí  $a_2 \cdot U_2$  se sčítá s napětím  $a_1 \cdot U_1$  ( $a_1, a_2$  a  $\alpha$  jsou zde jednotlivé dělicí poměry potenciometrů) a výsledkem toho je  $a_1 \cdot U_1 + a_2 \cdot U_2 = a \cdot U$ , což zase platí, je-li na měřidle nulová výchylka. Jsou-li všechny zdroje napětí stejné ( $U_1 = U_2 = U$ ), pak se nám rovnice zjednoduší na

$$a_1 + a_2 = a.$$



Obr. 49. Princip kompenzace

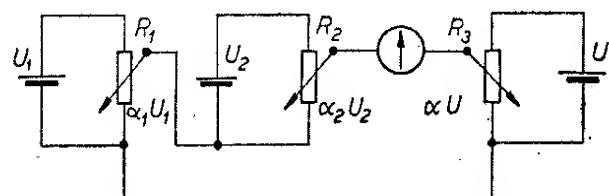
Podle toho by jednotlivé úkony musely vypadat takto: na potenciometru  $R_1$  je nastavena hodnota  $a_1$  např. 0,2, na potenciometru  $R_2$  hodnota  $a_2$ , např. 0,5. Pak otáčíme potenciometrem  $R_3$  tak dlouho, až ručka přístroje ukáže nulu. Na stupnici potenciometru  $R_3$  se nám objeví hodnota 0,7. Tento příklad platí ovšem pod tou podmínkou, že stupnice jsou označeny s dělením 0,1—0,2 ... 1,0 a že zdroje napětí jsou stejné. Zrovna tak je ale možno označit stupnici hodnotami od 1 do 10 nebo od 10 do 100; záleží však na tom, aby všechny tři stupnice měly naprostě stejné dělení. Nás příklad by pak při dělení stupnice 1 ... 10 zněl

$$2 + 5 = 7.$$

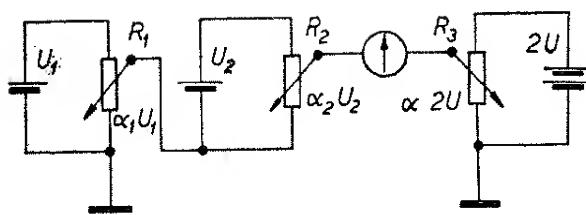
Při tomto způsobu řešení počítače je celá řada úloh neřešitelná, totiž všechny ty, u kterých je výsledné číslo větší než 1 (popřípadě 10, 100 atd.), např.

$$7 + 4 = 11.$$

V tomto případě by bylo potenciometrem  $R_1$  dodáváno napětí  $0,7 \cdot U$ , potenciometrem  $R_2$  napětí  $0,4 \cdot U$ . Výsledné napětí  $1,1 \cdot U$  na levé svorce přístroje nemůže být kompenzováno, protože potenciometr  $R_3$  může být nastaven maximálně na  $1 \cdot U$ . V takovém případě se na okruh  $R_3$  přivádí napětí  $2 \cdot U$ , abychom obdrželi konečné výsledné sčítací zapojení podle obr. 51. Stupnice  $R_3$  by pak musela být značena  $0,2 \dots 2$  (popřípadě  $2 \dots 20$ ,  $20 \dots 200$  atd.). Při tomto zapojení (jako ostatně při všech ostatních zapojeních analogových počítačů) záleží na tom, aby napětí  $U_1$  a  $U_2$  byla naprostě stejná a na-



Obr. 50. Zjednodušené zapojení pro sčítání



Obr. 51. Dokonalé zapojení pro sčítání

pěti  $2U$  má být skutečně dvojnásobné vzhledem k  $U_1$  a  $U_2$ . Se zapojením na sečítání lze také odčítat, totiž

$$\begin{aligned}a - a_2 &= a_1, \\a - a_1 &= a_2.\end{aligned}$$

Prakticky se to děje takto (pro případ  $a - a_2 = a_1$ ): na potenciometru  $R_3$  nastavíme hodnotu  $a$ , na potenciometru  $R_2$  hodnotu  $a_2$ . Pak otáčíme potenciometrem  $R_1$  tak dlouho, až ručka přístroje ukáže nulu (kompenzujeme); pak můžeme na stupnici  $R_1$  číst výsledek  $a_1$ . V jiném případě ( $a - a_1 = a_2$ ) se nastaví také nejprve  $a$ , pak se na  $R_1$  nastaví hodnota  $a_1$  a potenciometrem  $R_2$  kompenzujeme na nulu. Na potenciometru  $R_2$  pak můžeme přečíst  $a_2$ . Je tedy velkou výhodou všech analogových počítačů, že při stejném zapojení můžeme na nich provádět i zpětné výpočty.

Přesnost výpočtu přitom je závislá na přesnosti s jakou byl nastaven a předtím ocejchován potenciometr, na přesnosti dělení stupnice a na kvalitě potenciometru. Kompenzace je tím lepší, čím citlivější je měřicí přístroj. Přesnost nastavení potenciometru může být při dostatečně velkých stupnicích a jemném převodu bez mrtvého chodu až  $1 \div 2\%$ . Narysování stupnice lze provést naprostě přesně při poměrně malých nákladech. V počítání s takovým zařízením lze i amatérskými prostředky dosáhnout přesnosti

5 %. Průmyslově vyráběné analogové počítače mají zpravidla speciální potenciometry, se kterými se dá dosáhnout přesnost až 0,1 %.

Pro úkony násobení je vhodné zapojení podle obr. 52. Obr. 52a a 52b ukazují běžné zapojení potenciometru. Zapojíme-li oba potenciometry (za určitých podmínek, které si vysvětlíme později) za sebou, tak jak to znázorňuje obr. 52c, pak platí

$$U_2 = a_1 \cdot U_1.$$

Tím určíme výstupní napětí druhého potenciometru

$$U_3 = a_1 \cdot a_2 \cdot U_1.$$

Kompletní zapojení pro násobení je znázorněno na obr. 53a. Pracovní rovnice tohoto zapojení zní

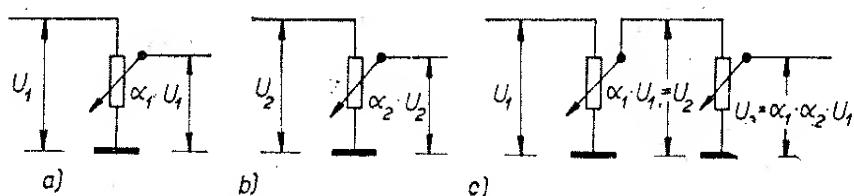
$$a_1 \cdot a_2 = a.$$

Početní úkon začíná nastavením  $a_1$  na  $R_1$ , dále nastavíme  $a_2$  na  $R_2$  a kompenzujeme potenciometrem  $R_3$ , na kterém také potom přečteme výsledek  $a$ .

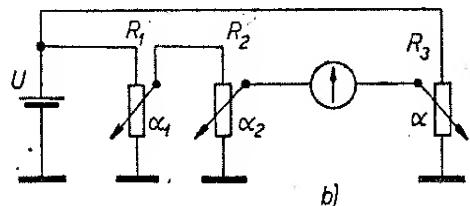
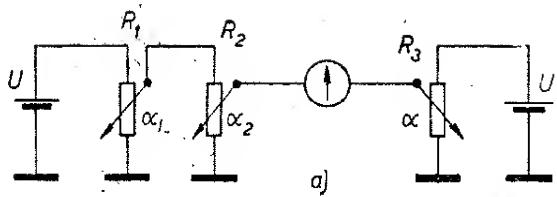
Při popisu základních pouček jsme uvedli, že potenciometr pracuje jen tehdy lineárně, je-li výstup nezatížen. Při úkonech násobení je však výstup potenciometru  $R_1$  zatížen potenciometrem  $R_2$  a toto zatížení způsobuje chyby. Ty je však možno omezit na nejmenší míru tím, volíme-li  $R_2$  podstatně větší než  $R_1$ . Můžeme si snadno vypočítat o kolik musí být  $R_2$  větší, abychom dosáhli jen určité rozumné chyby podle vzorce

$$R_2 = \frac{25}{4} \cdot R_1,$$

$\Delta$  přitom značí velikost nepřesnosti. Chyba je také závislá na nastavení  $R_1$ .



Obr. 52. Zapojení pro násobení



Obr. 53. Zapojení pro úkony násobení a) se dvěma zdroji napětí, b) s jedním zdrojem napětí

Největší je ve střední poloze  $R_1$ , při  $a_1 = 0,5$ . Má-li být chyba menší než 1 %, musí tedy být  $R_2$  25krát větší než  $R_1$ . Kdybychom zvolili  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ , pak by  $R_2$  musel být 25 k $\Omega$ . Je-li  $R_2$  vysokoohmový, bude přirozeně rozdíl výchylek na stupnici přístroje malý a musíme zvolit velmi citlivý přístroj, jinak by byla kompenzace velmi nepřesná. Napětí na běžci potenciometru  $R_2$  nemůže být větší než  $U$  (rovná se  $U$  tehdy, je-li běžec  $R_1$  i  $R_2$  v horní poloze tj.  $a_1 = a_2 = 1$ ). Pak musí napětí na potenciometru  $R_3$  být též rovno  $U$ . Protože obě potřebná napětí jsou stejná a mají společný zemnicí bod, lze je odebrat z jednoho zdroje (obr. 53b). Tím je zapojení pro úkony násobení podstatně zjednodušeno. Popis stupnice (cejchování) jak u potenciometru  $R_1$ , tak i u  $R_2$  je stejný jako při zapojení pro sečítání. U potenciometru  $R_3$ , na kterém se odečítá výsledek, musíme nicméně věnovat pozornost přesnosti stupnice. Bude-li mít stupnice  $a_1$  a  $a_2$  rozsah  $0,1 \dots 1$ , musí stupnice  $a$  být dělena přesněji, tj.  $0,01 \dots 1$ , protože maximální hodnota je 1 a minimální ( $a_1 \cdot a_2$ ) je 0,01. Jde tedy o hodnotu podstatně menší. Rovněž tak při označení stupnice  $a_1$  a  $a_2$  hodnotou  $1 \dots 10$  by musela mít stupnice  $a$  rozsah  $1 \dots 100$ .

Se zapojením pro úkony násobení lze však také dělit:

$$\begin{aligned} a : a_2 &= a_1, \\ a : a_1 &= a_2. \end{aligned}$$

Podle první rovnice nastavíme  $a$  a  $a_2$  a nulu kompenzujeme pak pomocí  $R_1$ , na kterém vychází výsledek  $a_1$ . Ve druhém případě nastavíme  $a$  a  $a_1$  a kompenzujeme pomocí  $R_2$ , na kterém můžeme opět přečíst výsledek  $a_2$ .

Jak jsme právě dovodili, můžeme se zapojením pro násobení a sečítání provádět prakticky všechny základní početní úkony. Jak však zapojit přístroj pro výpočty komplikovanějších vztahů? Obr. 54 představuje zapojení pro rovnici

$$a \cdot b + c \cdot d = e.$$

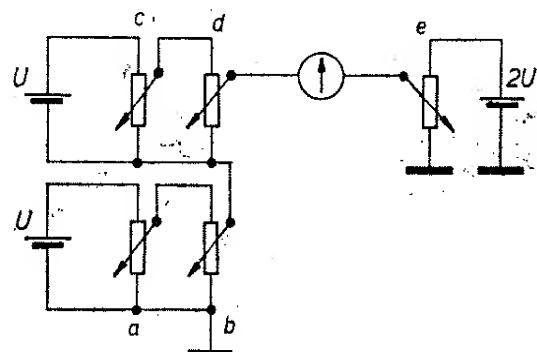
Schéma se rozpadá na obvody násobení ( $a \cdot b$ ,  $c \cdot d$ ), které jsou uspořádány v sérii. Napětí na potenciometru  $e$  musí však být opět dvojnásobné, aby obsáhlo celý rozsah výsledků. Potenciometry  $b$  a  $d$  musí být vysokoohmové, aby chyby násobicího zapojení byly co nejmenší.

Zapojení pro úkony sečítání můžeme sice postavit pro libovolný počet sčítanců, přičemž potřebujeme jen jeden měřicí přístroj, ale pro násobení více než dvou hodnot musíme do zapojení vložit další mezinutné stupně, přítom každý další potenciometr by už musel mít podstatně vyšší odpor než předešlé.

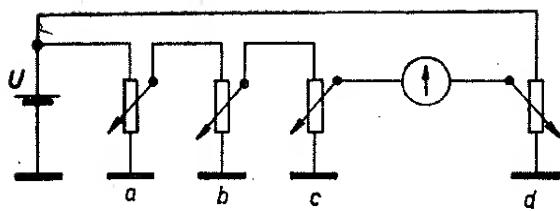
Kdybychom chtěli zkonstruovat zařízení podle obr. 55 pro rovnici se třemi potenciometry

$$a \cdot b \cdot c = d$$

a chtěli připustit jen chybu maximální 1 %, musel by mít potenciometr  $a$  odpor



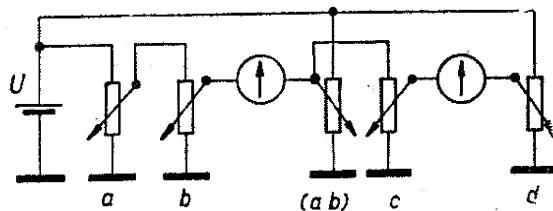
Obr. 54. Zapojení pro řešení rovnice  $ab \pm cd = e$



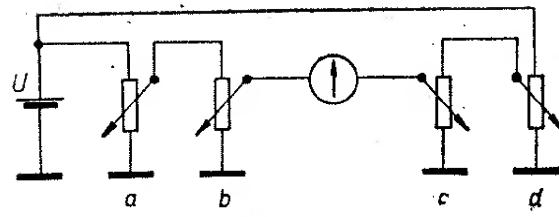
Obr. 55. Nevhodné zapojení pro násobení tří čísel

$1\text{ k}\Omega$ , potenciometr  $b$  odpor  $25\text{ k}\Omega$  a potenciometr  $c$  odpor více než  $625\text{ k}\Omega$ . Aby u tak vysokoohmového potenciometru bylo možno nastavit přesně nulu měřidla, museli bychom použít velmi vysoké napětí. To však není možné už jenom z toho důvodu, že potenciometr  $a$  by musel být na zatízení 625krát větší, než potenciometr  $c$ . Normální běžné potenciometry jsou stavěny na zatízení  $0,5\text{ W}$ . Potenciometr  $a$  by tedy v tomto případě musel být zhruba na zatízení  $300\text{ W}$ . Z počítacího přístroje by se tak stala vytápěcí kamna.

Několikanásobné násobení je však možno dosáhnout v několika stupních (obr. 56). V tom případě musíme zapojit jako mezičlánek další potenciometr  $(ab)$ , sloužící k tomu, abychom na vysokoohmový potenciometr  $b$  mohli napojit nízkoohmový potenciometr pro další násobení. Násobení samo sestává ze dvou úkonů: nejprve je vypočítán vzorec  $a \cdot b$ , pak ve druhé fázi vzorec  $(ab) \cdot c = d$ . Potenciometr  $ab$  není nutno cejchovat. Ovšem zapojení vyžaduje ještě jeden měřicí přístroj.



Obr. 56. Zapojení pro mnohonásobné násobení, zde pro tři čísla. Na potenciometr  $d$  mohou být napojeny ještě další jednotky pro násobení



Obr. 57. Zapojení pro řešení rovnice  $\frac{ab}{c} = d$

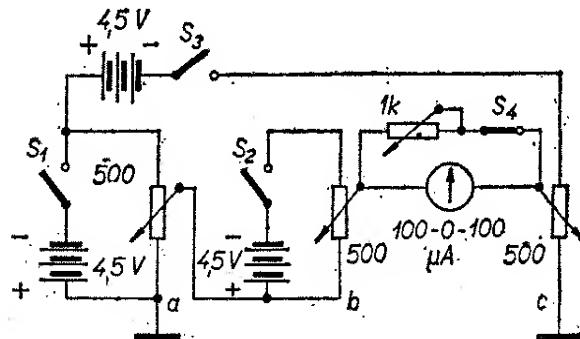
Jednodušší je zapojení pro rovnici

$$\frac{a \cdot b}{c} = d,$$

které je znázorněno na obr. 57. Je to současně zapojení i pro rovnici

$$a \cdot b = c \cdot d,$$

protože obě rovnice jsou při nepatrném přeskupení členů totožné. Všechny tyto příklady snad stačí k názornému demonstrování činnosti jednoduchých analogových počítačů. Využitím potenciometru se dají uskutečnit různé jednoduché analogové výpočty. Potřebujeme k tomu jen potenciometr s lineárním průběhem hodnoty odporu, závislým na lineární změně úhlu natočení běžce (označení potenciometru „lin“), plochou baterii (např.  $4,5\text{ V}$ ) a měřicí přístroj s nulou uprostřed jako indikátor. Tento měřicí přístroj umožňuje snadnější odečtení výhylky ručky. Citlivost přístroje má být asi



Obr. 58. Zapojení analogového počítače pro sčítání a odčítání dvou čísel

$100 \div 0 \div 100 \mu\text{A}$ . Aby nebyl měřicí přístroj přetěžován, doporučuje se k němu připojit paralelně potenciometr ( $1 \text{k}\Omega$  lin). Při jemném nastavení můžeme pak pomocí tlačítkového spínače tento paralelní proměnný odpor od měřicího přístroje odpojit. Obr. 58 představuje zapojení pro sčítání, popřípadě odčítání dvou čísel:

$$\begin{aligned} a + b &= c \\ c - b &= a. \end{aligned}$$

Oba levé potenciometry jsou připojeny na napětí  $4,5 \text{ V}$ , pravý potenciometr na  $9 \text{ V}$ . Abychom potenciometry příliš nezatěžovali, odečítají se údaje pomocí kompenzačního zapojení. Levým potenciometrem nastavíme hodnotu  $a$ , středním hodnotu  $b$ . Potenciometry jsou opatřeny lineární stupnicí s dělením od 1 do 10. Protože minimálně  $1 + 1 = 2$  a maximálně  $10 + 10 = 20$ , bude pravý potenciometr cejchován pro hodnoty  $c$  od 2 do 20.

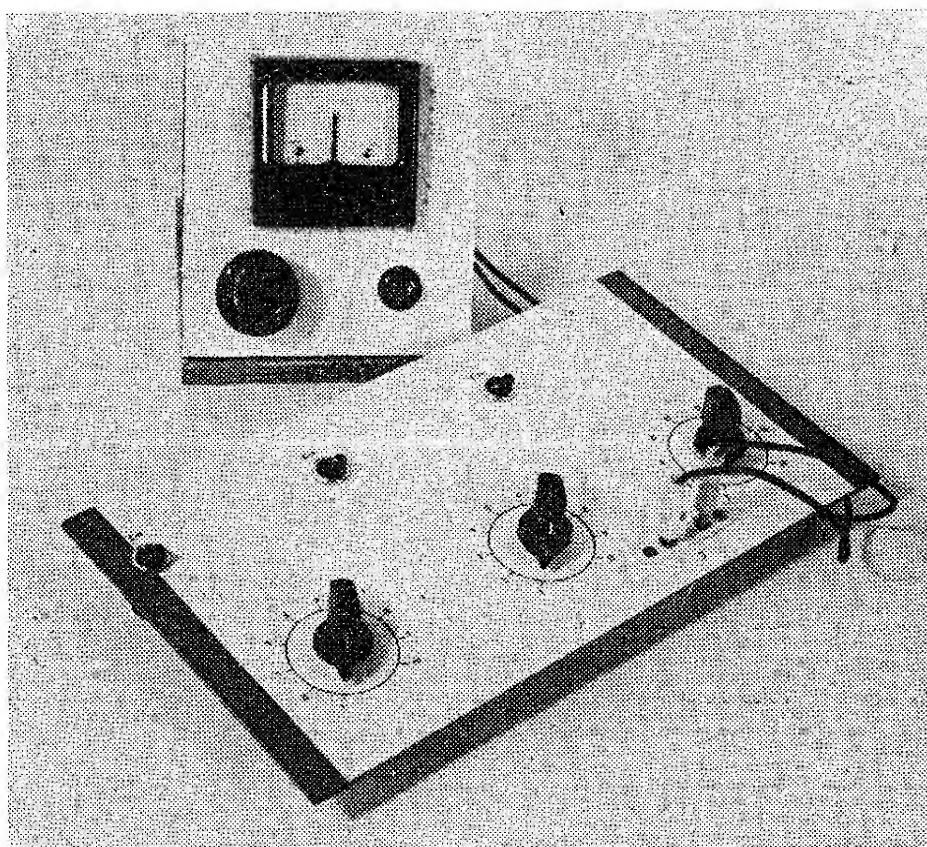
Jak je zřejmé z obr. 58, napětí na potenciometru  $b$  se sčítá s napětím na potenciometru  $a$ . S oběma dílčími napě-

tími  $a + b$  dostaneme pak celkové napětí, odpovídající hodnotě  $c$ . Při zjišťování hodnoty  $c$  musíme potenciometrem otáčet tak dlouho, až dosáhneme nulové výchylky indikátoru. Pak kompenzované napětí  $c$  odpovídá součtovému napětí  $a + b$ . K odečítání nastavujeme  $c$  a  $b$  a potenciometr  $a$  nastavíme na nulu měřicího přístroje.

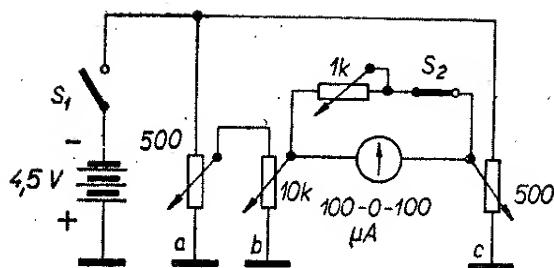
Zapojení pro úkony násobení, případně i dělení dvou čísel je znázorněno na obr. 60:

$$\begin{aligned} a \cdot b &= c \\ c : b &= a. \end{aligned}$$

Aby střední potenciometr ( $b$ ) nezatěžoval příliš levý ( $a$ ), zapojíme jej na běžec potenciometru  $a$ . Protože je připojen paralelně, musí mít zhruba  $20 \div 30$ krát větší hodnotu odporu. Potenciometry  $a$  a  $b$  budou mít stupnice s dělením od 0 do 10, potenciometr  $c$  stupnici od 0 do 100. Při násobení je vždy větší číslo nastaveno potenciometrem  $a$ , aby bylo k dispozici dostatečně velké napětí pro



Obr. 59. Jednoduchý analogový počítací stroj pro sčítání a dělení s potenciometry



Obr. 60. Zapojení analogového počítače pro násobení a dělení dvou čísel

potenciometr  $b$ . Pro dělení pomocí zapojení na obr. 60 jsou dvě možnosti:

$$c : b = a, \\ c : a = b.$$

Z těchto rovnic je zřejmé, jakým způsobem nastavujeme hodnoty potenciometrů a jak zjišťujeme výsledek.

Mnohostranně může být pro analogové počítače využito zapojení Wheatstonova můstku. Základní zapojení znázorňuje obr. 61. Proud můstku klesá na nulu, zachovají-li se tyto podmínky:

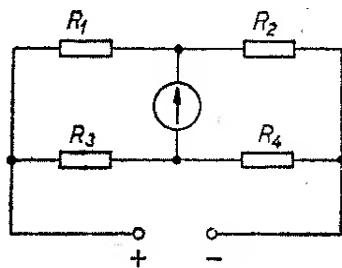
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}.$$

Jak musí vypadat zapojení pro sčítání dvou čísel  $a$  a  $b$ , ukazuje obr. 62. Platí vztahy, že

$$\frac{x}{a+b} = \frac{c}{d}, \text{ a}$$

$$x = a + b, \text{ je-li } c = d.$$

Oba potenciometry  $c$  a  $d$  nařídíme na stejnou hodnotu (např. na plný úhel



Obr. 61. Základní zapojení Wheatstonova můstku

natočení běžce, mají-li stejný odpor). Pak nastavíme oba sčítance  $a$  a  $b$ . Potenciometrem  $x$  vyrovnáme můstek na nulu. Výsledná hodnota  $x$  odpovídá součtu  $a + b$ .

V obr. 63 najdete zapojení pro odečítání dvou čísel  $a$  a  $b$ . Dostaneme vztah

$$\frac{x+a}{b} = \frac{c}{d}, \text{ a}$$

$$x = b - a, \text{ je-li } c = d.$$

Nastavení a vyrovnání můstkového zapojení je totožné jako při sčítání.

K násobení dvou čísel  $a$  a  $b$  použijeme zapojení podle obr. 64. Pro toto uspořádání můstkového zapojení dostaneme pro nulové vyrovnání vztah

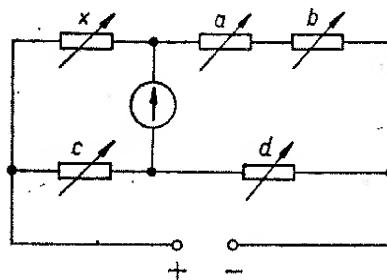
$$\frac{x}{a} = \frac{b}{k}, \text{ z toho } x \cdot k = a \cdot b;$$

$$x = a \cdot b, \text{ je-li } k = 1.$$

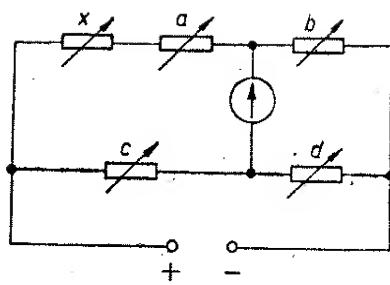
Násobíme-li  $a = 3$  a  $b = 2$ , musí být nastaven potenciometr  $k$  na jednotkovou hodnotu odporu, pak obdržíme  $3 \cdot 2 = 6$ . Chceme-li násobit větší čísla, nařídíme  $k$  na hodnotu 10. V tom případě výsledek násobení  $a = 8$  a  $b = 7$  je nikoliv 5,6, ale 56. Pro dělení dvou čísel  $a$  a  $b$  nastane naprostě jiný poměr (viz obr. 65). Pro tento můstek platí

$$\frac{x}{k} = \frac{a}{b}, \text{ a}$$

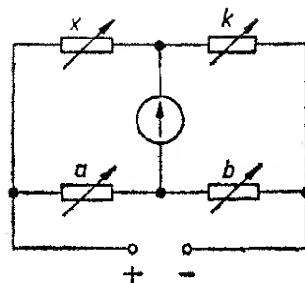
$$x = \frac{a}{b}, \text{ je-li } k = 1.$$



Obr. 62. Můstkové zapojení pro sčítání dvou čísel



Obr. 63. Můstkové zapojení pro odčítání dvou čísel



Obr. 65. Můstkové zapojení pro dělení dvou čísel

Též zde záleží na jednotlivých případech, pro které potenciometr  $k$  nastavíme buď na hodnotu 1 nebo 10.

Pomocí můstkového zapojení můžeme určovat i druhé odmocniny jednotlivých čísel, jak je uvedeno na obr. 66. Po vyrovnaní nuly dostaneme vztah

$$\frac{x}{k} = \frac{a}{x}, \text{ a z toho } \frac{x^2}{k} = a;$$

$$x = \sqrt{a}, \text{ je-li } k = 1.$$

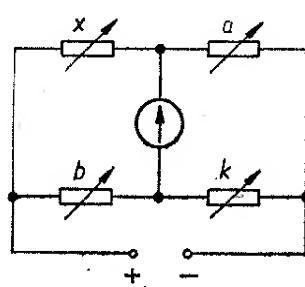
Podle nastavené hodnoty potenciometru  $k$  můžeme pak řešit odmocniny až do 10, případně i do 100. Určitá obtíž při tomto zapojení spočívá v tom, že oba potenciometry  $x$  musí být provedeny jako tandemové (na společné ose se stejným průběhem).

Kompletní schéma můstkového zapojení pro popsané základní úkony ukazuje obr. 67. Jednotlivé druhy početních úkonů jsou nastavovány čtyřmi dvojitými dvoupólovými přepínači. Všechny

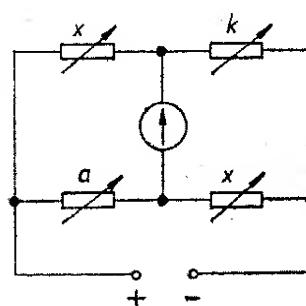
potenciometry jsou lineární ( $10 \text{ k}\Omega \text{ lin.}$ ). Spínačem  $S_2$  můžeme znecitlivět můstkové zapojení tak, že měřicí přístroj není zpočátku měření přetěžován. Pro potenciometry  $Rx_1$  a  $Rx_2$  by mělo být použito zásadně tandemové provedení potenciometrů. Protože jsou však jen těžko k dostání a druhý potenciometr je nutný jen při odmocninách, tj. poměrně málo používaném úkonu, mohou být použity i dva oddělené potenciometry. Nastavení potenciometrů a nulové vyrovnaní můstku bylo náležitě vysvětleno již u obr. 62 a 66.

#### IV. 2. Experimentální počítací číslicový stroj

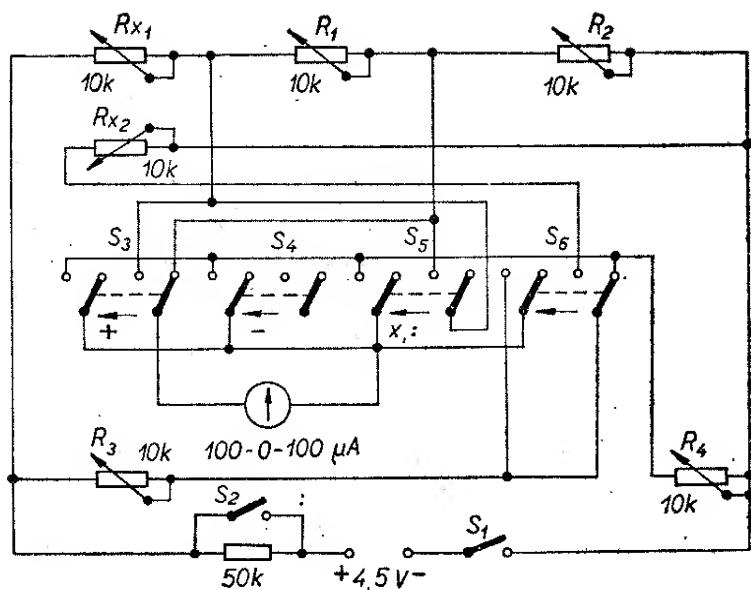
Ústřední výbor GST pořádá pravidelné kvalifikační kurzy pro vedoucí kroužků radiotechniky. V těchto kurzech se používá zcela jednoduchý experimentální přístroj. Dají se s ním předvádět nesložité základní úkoly elektronického počítání. Pro rozsáhlé početní operace není určen.



Obr. 64. Můstkové zapojení pro násobení dvou čísel



Obr. 66. Můstkové zapojení pro odmocňování

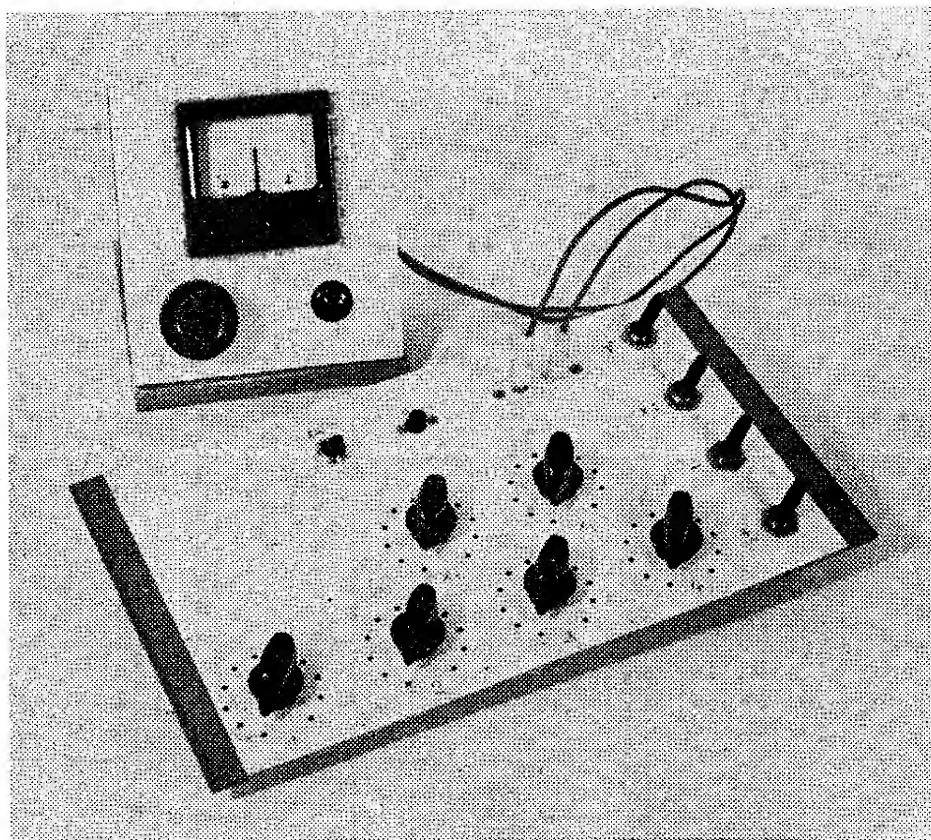


Obr. 67. Zapojení jednoduchého analogového počítače s Wheatstonovým můstekem pro základní druhy početních úkonů. Spínačem  $S_6$  zapojíme obvod pro odmocňování

Jeho konstrukce je velmi úsporná a sestává jen z několika základních prvků, které však zcela postačí k experimentálnímu předvádění nejrůznějších úkonů.

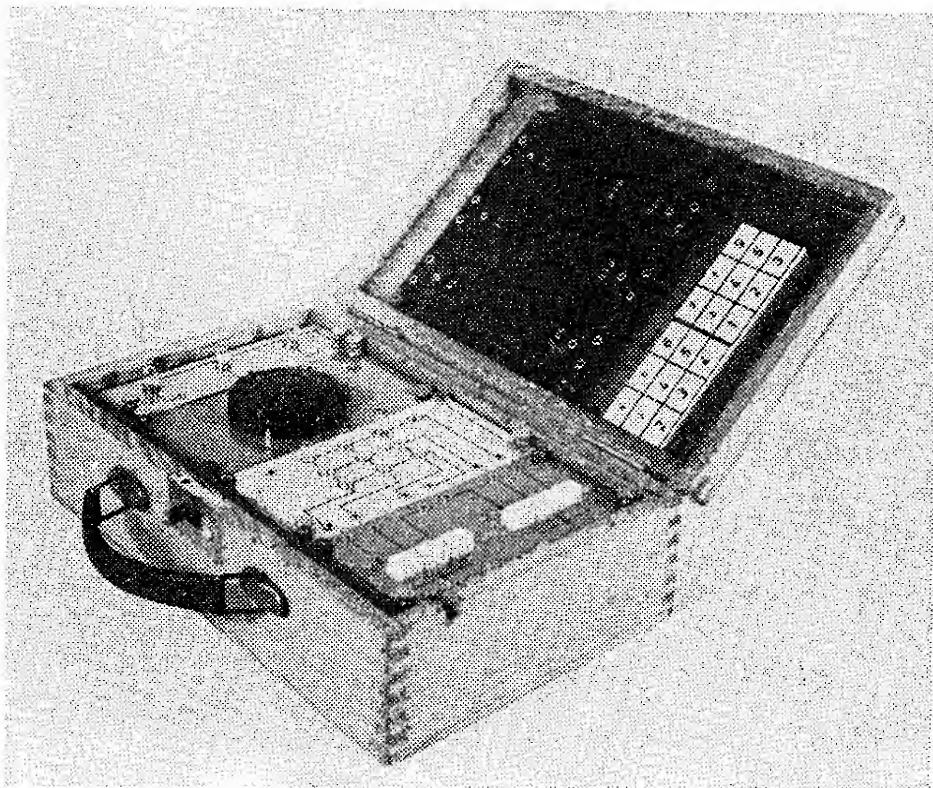
Celý přístroj se skládá z jednotlivých stavebních dílů, které mohou být přepravovány v přenosném kufru a sestavovány

vždy podle momentální potřeby. Míry jednotlivých stavebních dílů jsou odstupňovány podle amatérské dekadické normy  $200\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ ,  $200\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ ,  $200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$  (jde o modulové díly, které mají amatéři v NDR zavedeny – red.). Kufr k přenášení přístroje má



Obr. 68. Pohled na jednoduchý analogový počítač s můstkovým zapojením

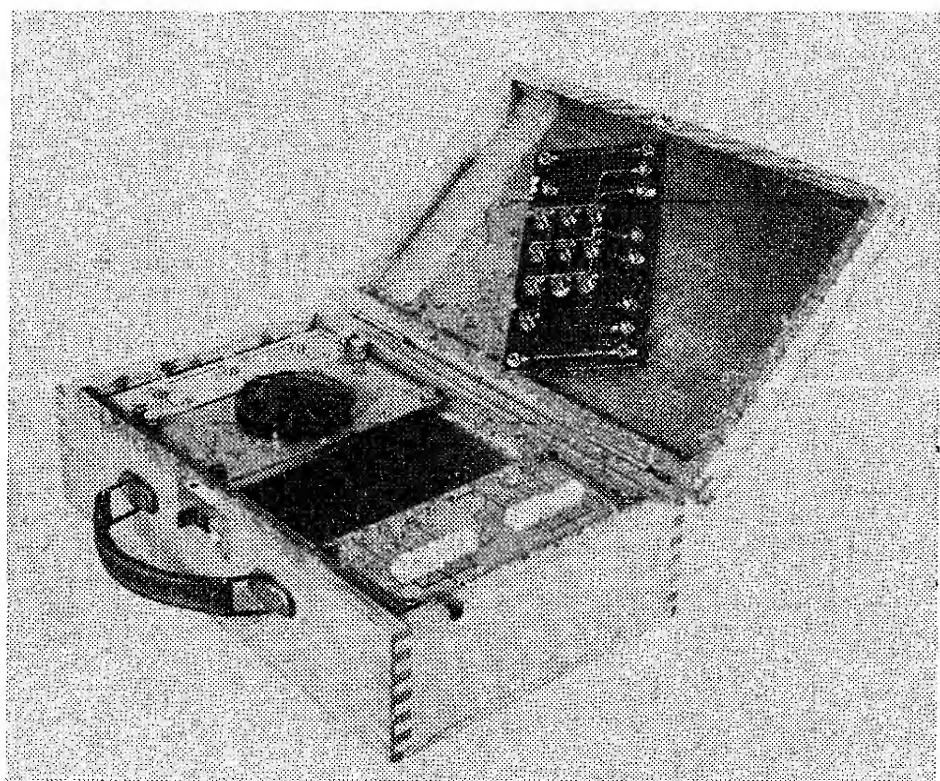
Obr. 69. Pohled na experimentální počítací stroj. Zleva doprava: malé návěstní pole, generátor vstupních impulzů, velké návěstní pole, sada tlačítek, nad ním propojovač (vlevo) a masky (vpravo)

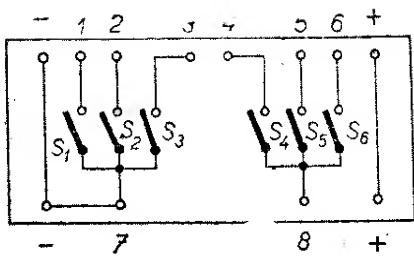


uvnitř upevněny 2 kolejnice z hliníkových úhelníků, na které mohou být při sestavování přišroubovány jednotlivé stavební díly. Současně slouží i pro přívod proudu

k jednotlivým dílům. Pro napájení je používán malý NiCd akumulátor 6 V/1 Ah. V kufru jsou použity následující díly:

Obr. 70. Velké návěstní pole bylo vyjmuto. Na pravé straně skřínky je možno snadno rozpoznat kolejnici z lehkého kovu. Obě kolejnice slouží současně jednak k připevnění, jednak k přívodu napájecího napětí

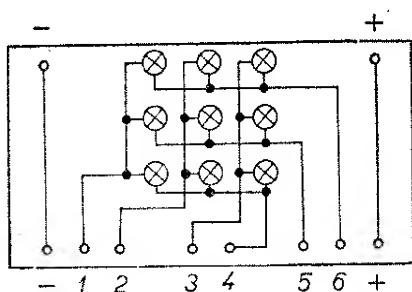




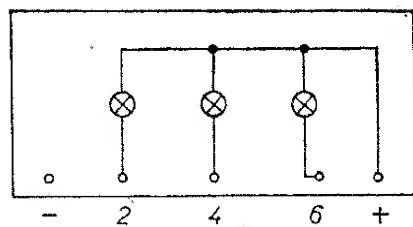
Obr. 71. Zapojení tlačítkových spínačů

1. Klávesnice, která slouží k vkládání signálů. Pro tuto funkci byly vybrány dvě třídílné tlačítkové sady firmy Neumann. Obě tlačítkové sady jsou namontovány na desce o rozměrech  $200 \times 100$  mm. Jejich zapojení je zřejmé z obr. 71. Zdírky označené + a — se používají jednak k přívodu napájecího proudu, jednak též k upevnění na kolejnicích kufru. Zdírka 7 je spojena pevně se záporným pólem, zatím co zdírka 8 může být podle potřeby propojena spojovací šnúrou jak se záporným, tak i s kladným pólem. Zdírky 1 ÷ 6 slouží pak k propojování s jednotlivými stavebnicovými díly. Místo tlačítek lze ovšem použít i 6 páčkových spínačů (kipry).

2. Velké návěstní pole je rovněž na pertinaxové destičce o velikosti  $200 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ . Jeho žároviček je zapojeno podle schématu na obr. 72. Příslušná vstupní napětí se přivádějí na zdírky 1 až 6, které jsou uspořádány ve stejném rozestupu jako zdírky 1 až 6 klávesnice. Návěstní pole je vlastně jednoduchá matice, omezená minimálním počtem indikačních prvků.



Obr. 72. Zapojení velkého návěstního pole

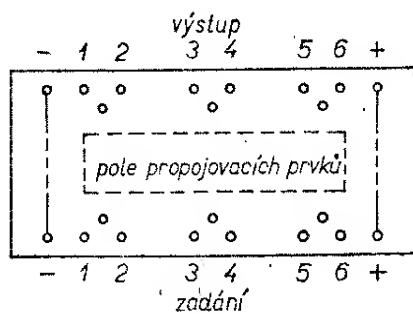


Obr. 73. Zapojení malého návěstního pole

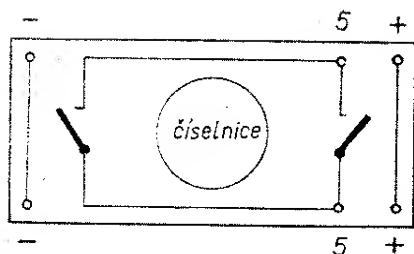
3. Malé návěstní pole vyobrazené na obr. 73 slouží jen k indikaci výstupních signálů spolu s dále uvedeným propojovačem. Jeho míry jsou  $200 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ . Také v tomto případě jsou záporná a kladná zdírka použity jednak pro přívod proudu a současně i pro připevnění (příslušně dlouhými šrouby M3).

4. Propojovač. Nejdůležitějším dílem tohoto experimentálního přístroje je propojovač (obr. 74). Pro jeho montáž byla použita pertinaxová destička o velikosti  $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ . Zdírky 1 až 6 (vstup) a 1 až 6 (výstup) mají naprostě stejnou rozteč jako zdírky ostatních dílů, takže již z jejich uspořádání je zřejmé, kam patří. Mezi zdírky 1 a 2, 3 a 4, 5 a 6 je umístěna ještě další zdírka (na schématu bez označení), kterou můžeme použít pro další odvod nebo přívod signálu. Ve schématu označené pole propojovacích prvků je opatřeno dotekovou pružinou pro upevnění odpovídajících jednotlivých prvků.

Autor použil k tomuto účelu kontaktové per, známých z různých stavebních dílů VEB Messelektronik, které jsou



Obr. 74. Propojovač

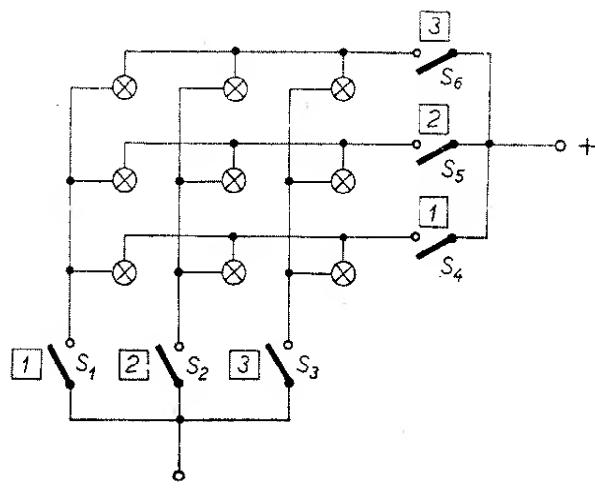


Obr. 75. Zapojení vstupního dílu

v NDR běžně na trhu. Také pro později popisované zástrčkové prvky byly použity amatérům velmi dobře známé zástrčkové kolíčky. Stejně by bylo docela možno použít jiné typy přívodů (např. elektronkové objímky atd.).

**5. Generátor vstupních impulsů.** Poslední díl v rozměrech 200 mm  $\times$  100 mm je na obr. 75. Impulsy vyrábí velmi známý telefonní volič. Vpravo od jeho číselnice umístěné tlačítko může dávat jednotlivé impulsy.

**Příklady použití.** S klávesnicových zařízením pro vstup impulsů a návěstním indikátorovým dílem lze velmi dobře demonstrovat zcela jednoduché zapojení pro sčítání a násobení. Zdířky 1 až 6 klávesnice se propojí se zdířkami 1 až 6 návěstního pole tak, že vznikne zapojení podle obr. 76. Zdířka 8 klávesnice je propojena s kladným napětím. Obě



*Obr. 76. Zapojení pro jednoduché úkony  
sčítání a násobení*

přídavná tlačítka očíslovujeme jako 1, 2 a 3. Každá tlačítková sada odpovídá jednomu sčítanci. Stiskneme-li pak například na levé tlačítkové sadě tlačítko číslice 2 (1. sčítanec) a na druhé tlačítkové sadě tlačítko číslice 3 (2. sčítanec), rozsvítí se v návěstním poli příslušná žárovička (5):

$$3 + 2 = 5.$$

Stejné uspořádání může pak být použito i k demonstraci násobení. Označme-li tlačítka stejnými číslicemi, rozsvítí se táž žárovička, jenomže teď má význam „ $\times$ “:

$$3 \cdot 2 = 6.$$

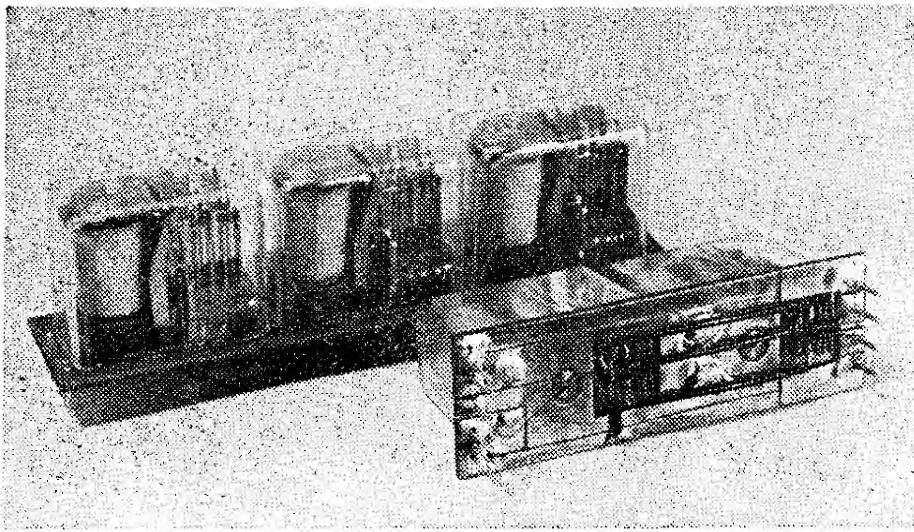
Je ovšem nutné položit na návěstní pole jinou masku, jak ukazuje obr. 77. Na těchto maskách jsou vyznačeny příslušné hodnoty (součet nebo násobek) pro každou jednotlivou žárovku. Rozsvítí-li se tedy žárovička, uvidíme odpovídající číslice. Tyto krycí masky byly zhotoveny z bílého průsvitného PVC, na nějž byly tuší napsány číslice. Při práci s tímto jednoduchým zařízením zjistíme, že nezazáří jasným světlem jen to číslo, o které jde, ale současně nám matně bude žhnout i několik dalších žároviček, i když slaběji. Je to tím, že záměrně pro zjednodušení nebyly použity obvody, které by omezily vzájemné ovlivňování. Při násobení použijeme téhož zařízení. Pořídíme si jen ještě jinou krycí masku s jinými nápisy (viz obr. 77). Některá čísla jsou při tom uvedena dvakrát, čímž se dosáhne určitého zjednodušení. Takto vzniklá zjednodušená matice však vyžaduje, aby

+

4	5	6
3	4	5
2	3	4

3	6	9
2	4	6
1	2	3

*Obr. 77. Masky pro ukazatele sčítání a násobení*

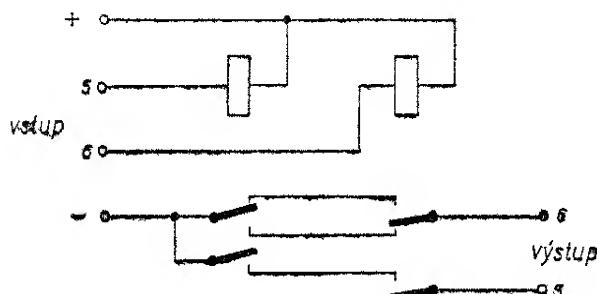


Obr. 78. Stavebnicový zjednodušený počítač (leží) a úplný počítač (stojí)

při sčítání byl menší sčítanec vkládán jen na pravé polovině klávesnice. Při práci s jednoduchým návěstním polem se však už ted neobejdeme bez obvodů pro omezení vzájemného ovlivňování.

#### Zjednodušený počítač

Tento stavební díl je namontován na desce s plošnými spoji a opatřen zástrčkovými kolíčky. Funkci přepínání zde obstarávají dvě malá relé (GBR 302 se čtyřmi přepínacími kontakty). Tato relé jsou opatřena průhlednými kryty z umělé hmoty, takže je možno snadno pozorovat jejich činnost. Zapojení zjednodušeného počítače je na obr. 79.



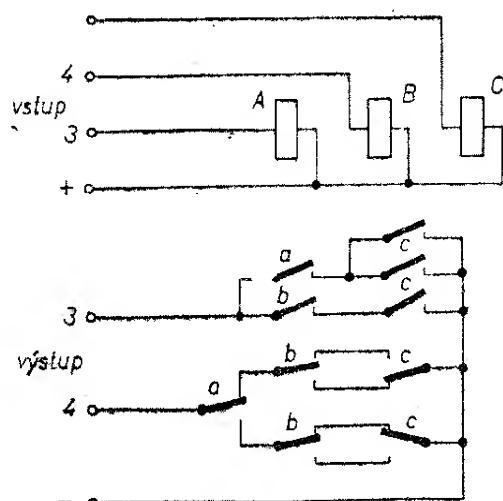
Obr. 79. Zapojení zjednodušeného počítače

#### Úplný počítač

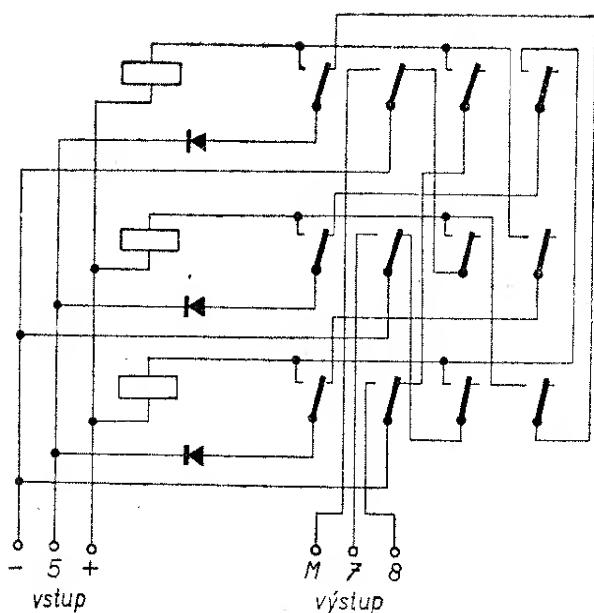
Tento stavební díl je téměř totožný s předcházejícím. Jeho zapojení je na obr. 80.

#### Čítač

K demonstraci elektromechanického čítače byl zkonstruován zástrčkový díl, vybavený 3 relé. Zapojení je na obr. 81.



Obr. 80. Zapojení úplného počítače



Obr. 81. Zapojení počítacího řetězu se třemi relé

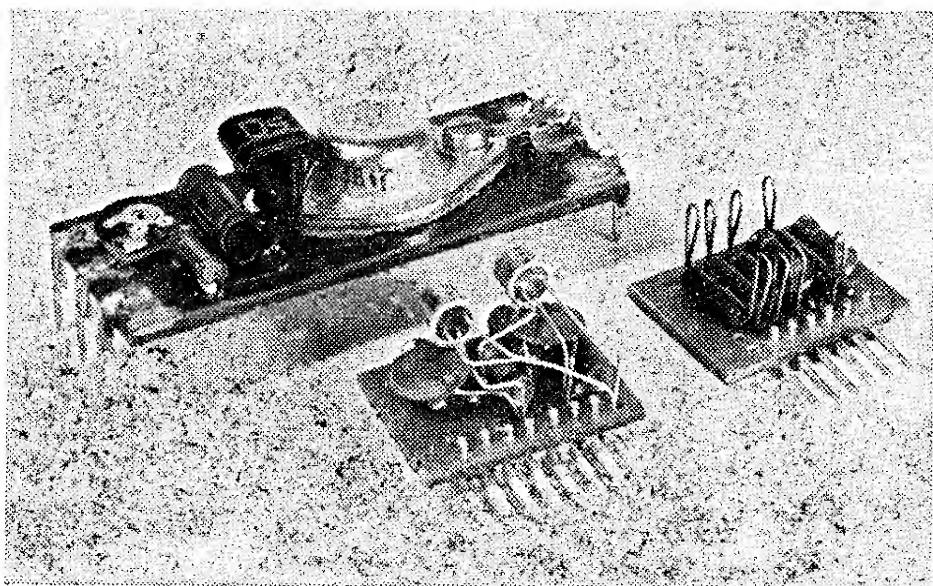
### Elektronické díly

Zjednodušený a úplný počítač a rovněž tak i čítač jsou elektromechanickými systémy. Pro předvádění i čistě elektronického řešení byly postaveny díly s diodami a tranzistory. Některé z těchto dílů jsou uvedeny na obr. 82.

### IV. 3. Předvádění binárních zapojení

Pro znázornění sčítání čísel ve dvojkovém (binárním) systému byly navzájem propojeny klávesnice, propojovač se zjednodušeným a úplným počítačem a malé návěstní pole podle obr. 83. Levými tlačítky klávesnice (spínači) se zadává jeden sčítanec (*A*) a pravými tlačítky druhý sčítanec (*B*).

Díly na propojovači zpracují pomocí různých relé vstupní signály a vytvoří součet (*S*) pro výstupní signál, velmi dobře viditelný v návěstním poli pomocí rozsvícené žárovky. Můžeme jen doporučit, aby postup výpočtu byl sledován porovnáním zapojení – obr. 79 a 80. Získá se tím dokonalejší přehled. S ohledem na to, že klávesnice je univerzální, nelze jednotlivá tlačítka přímo popsat. Proto se používají masky, které mohou mít tvar jednoduchého papírového pásku. Nápis pro zde použitý příklad budou:  $2^1$ ,  $2^0$  a  $2^1$ ,  $2^0$ , nebo použijeme-li dvojího úplného počítače, pak  $2^2$ ,  $2^1$ ,  $2^0$ . Stisknuté tlačítko odpovídá signálu (1), nepoužité tlačítko žádnému signálu (0). Také na návěstním poli začíná přiložený papírový pásek s čísly různého rádu (v našem případě  $2^2$ ,  $2^1$ ,  $2^0$ ). Přitom odpovídá rozsvícená žárovíčka signálu (1) a nesvítící žárovíčka 0. Pro lepší názornost mohou být jednotlivá relé též označena podle funkce,



Obr. 82. Pohled na stavebnicové díly „Nebo“, „Multi-vibrátor“ a „Negátor“

kterou vykonávají, např.  $P$  = relé pro přenos (o řád výše).

#### IV. 4. Logická zapojení

Předváděním binárního sčítání dvou čísel však ještě nejsou vyčerpány všechny možnosti použití zjednodušeného a úplného počítače. Zjednodušený počítač umožňuje zapojení základních logických funkcí „i“ a „nebo“. Uvedeme-li v činnost odpovídající spínače pro vstupní signály, můžeme názorně předvést činnost zapojení „nebo“. Výstupní signál se zavede prostřednictvím zdírek 5 a 6 (výstup) v propojovacím dílu. Zdírky 5 a 6 musí být kromě toho propojeny navzájem. Prostřednictvím zdírek 5 a 6 (vstup) lze přivádět vstupní signály  $\times I$  a  $\times 2$ . Výstupní signál funkce „i“ je pak odebrán z výstupní zdírky 5. Zdírky 5 a 6 přitom nesmí být propojeny. Obě tabulky (obr. 84) znázorňují závislost výstupního signálu ( $y$ ) na vstupních signálech ( $\times I$ ,  $\times 2$ ) členů „nebo“ a „i“. Příslušným propoje-

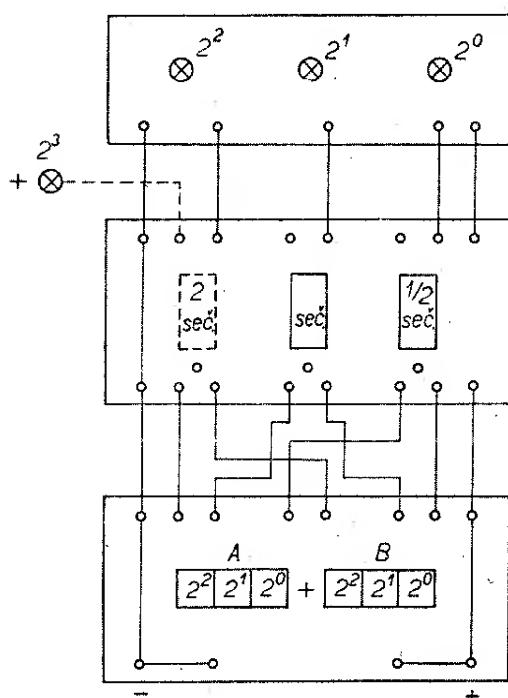
ním výstupních a vstupních zdírek mohou být demonstrovány různé jiné logické funkce jako negace signálu atd. Tyto příklady ukazují, jak všeestranně lze využít oba tyto jednoduché díly (zjednodušený a úplný počítač).

#### IV. 5. Zapojení čítače

Ke znázornění zcela jednoduchého čítače propojíme zcela jednoduše impulsní díl s propojovačem. K indikaci používáme malé návěstní pole. Uvedeme-li v činnost volicí kotouč generátoru impulsů (telefonní volič), jsou prostřednictvím zdírky 5 přiváděny do propojovače záporné impulsy. Jejich zpracování obstará tříradový čítač, který pro demonstraci stačí. Po každém impulsu se vybudí následující relé, takže po třetím impulsu začíná opět relé  $I$ . Před příchodem prvního impulsu musí být jedno relé řetězu čítače přitaženo. Nejjednodušší toho dosáhneme tak, že sejmeme kryt a přitlačíme jednu z kotviček prstem. Funkci relé znázorňují tři žárovíčky návěstního dílu, které se postupně rozsvěcují. Skutečné dekadické čítání lze však znázornit jenom úplným dekadickým čítačem, popřípadě několika. Pro demonstrační účely však plně postačí právě popsaná zapojení. Tříradový čítač může být rozšířen na dekadický dalšími sedmi relé. Také čítání dvojkových čísel se dá odvodit z tříradového čítače. Pro další rozširování počítacího stroje však již nepočítáme s dalšími reléovými (elektromechanickými) prvky. Plánujeme však rozšíření tohoto zařízení dalšími elektronickými prvky. Pro čítání dvojkovou soustavou budeme v budoucnosti používat bistabilní tranzistorové multivibrátory. Také paměťové prvky budou realizovány bez relé.

#### V. 1. Elektronické zařízení pro model dětské železnice

Okruh zájemců pro pokusy s modely dětské železnice je velmi značný. Mnoho z našich čtenářů se zabývá obzvláště v zimních měsících úvahami i praktický-



Obr. 83. Pohled na zapojení tlačítkového pole, propojovacího pole a malého návěstního pole pro binární sčítání

$X_1$	0	L	0	L
$X_2$	0	0	L	L
Y	0	0	0	L

funkce „i“

$X_1$	0	L	0	L
$X_2$	0	0	L	L
Y	0	L	L	L

funkce „nebo“

Obr. 84. Závislost výstupního signálu (y) na signálech vstupních ( $\times 1$ ,  $\times 2$ ) pro funkci „i“ (logický součin) a „nebo“ (logický součet)

mi pokusy o co nejlepší vybavení této oblíbené dětské hračky. A nemusí to být zrovna jen vášniví přívřenci tohoto koníčka. Prostě, tato hračka, kterou s takovou oblibou kupujeme dětem pro vlastní potěchu, není jen příjemným ukrácením dlouhé chvíle, ale přímo nabízí mnoho velmi zajímavých možností v polytechnické výchově. Doposud jsme se setkávali v elektrické výzbroji takového modelu s regulátory rychlosti, vyhýbkami, různým signalizačním zařízením apod. Elektronika však hraje v současném moderném vývoji techniky velmi podstatnou roli a kdo si dnes tak říkajíc přivstane a osvojí si co nejvíce znalostí z tohoto oboru, bude pochopitelně schopen zvládnout v budoucnosti všechny moderní procesy. Vyplňování volných chvílí stavbou modelů, k nimž pak bezesporu patří i modely dětské železnice, poskytuje celou řadu možností pro konstrukci elektronických zařízení a dává tak možnost každému osvojit si velmi cenné poznatky, vhodné pro každodenní praxi. Chtěli bychom v tomto pojednání upozornit na několik velmi zajímavých nápadů a zlepšení použitých zařízení s co nejmenšími finančními náklady. Na „nádraží“ je např. možno instalovat řídicí zařízení, které pracuje následovně:

1. Při vjezdu vlaku se uvádí v činnost systém kontaktů, který pečeje o to, aby se vlak zastavil automaticky u nástupiště. Po určité čekací době se pak zase zcela samočinně rozjede (čekací doba má znázorňovat dobu potřebnou k vystupování a nastupování cestujících, případně dobu nutnou k vykládce a nakládce).

2. Vjíždějící vlak do nádraží samočinně zastaví. V jízdě však nepokračuje dříve, dokud nedostane pokyn (od přednosti) v podobě hvizdu.

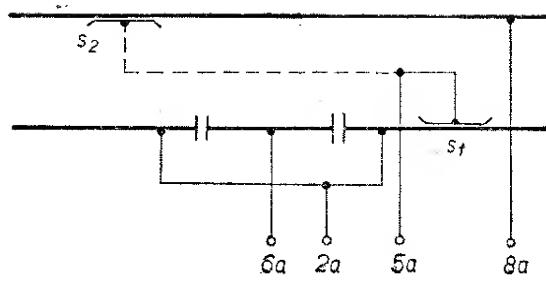
3. Na jednokolejně trati (buď v kruhu nebo elipse) jedou dva vlaky. Samočinným spínacím zařízením je zaručeno, že přes naprosto rozdílné rychlosti na sebe soupravy nenajedou. Dosáhne-li dojíždějící souprava zvýšenou rychlosťí určité vzdálenosti od první – a tato určitá vzdálenost je dána rozdelením kolejnic do jednotlivých úseků – zastaví tato souprava zcela automaticky a pokračuje v jízdě teprve tehdy, až se zase první souprava vzdálí.

4. Programově řízené systémy. Jsou již složitější a jako mezní případ plně automatizované dětské železnice uvedme ideální monstrum, které zapneme a pak už to samo cvičí, bliká, píská a jezdí. A když se jde spát, tak se to vypne.

Výše uvedené čtyři varianty představují jen několik z mnoha možností, přičemž ještě pod bodem 3 uváděný systém bloků je již velmi znám a rozšířen. Ale i zbývající varianty jsou velmi zajímavé a umožní snadněji pochopit, jak jednou bude jezdit plně automatizovaná naprosto bezpečná vlaková doprava. Můžeme si při této příležitosti připomenout krátkou zprávu z našeho listu „Neues Deutschland“, která oznamovala, že v Sovětském svazu již byly vyzkoušeny plnoautomatické programově řízené nákladní vlaky.

## V. 2. Nádraží s automatickým zařízením pro zastavení a rozjetí soupravy

Popis zapojení, který dále následuje, umožňuje pochopitelně celou další řadu variant, než pouze samočinné zastavení soupravy po vjezdu do nádraží a jeho opětné rozjetí po určité čekací době. Obr. 85 představuje kolejnice určitého úseku. Dolejší kolejnice je vypojená z proudového okruhu zhruba na dvojnásobnou délku lokomotivy. Vpravo i vlevo od vypojeného úseku jsou vestavěny spínače. Obr. 86 znázorňuje zapojení časového spínače. Přívody na obr. 85 a 86 jsou napojeny následovně:

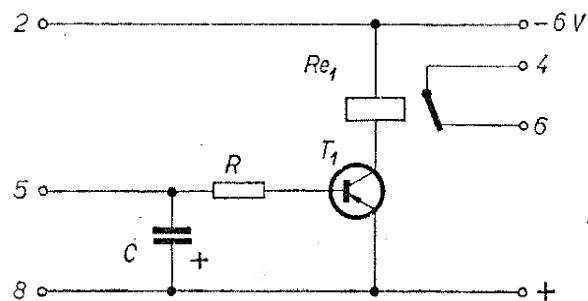


Obr. 85. Přerušení okruhu proudu pomocí rozdělovací kolejnice

- Zdírky 8 a 8a jsou propojeny s kladným pólem stejnosměrného zdroje 6 V a současně i s přípojkou regulátoru napájecího proudu.
- Zdírky 2a a 4 jsou spojeny s druhou zdírkou regulátoru napájecího proudu.
- Zdírka 6 je spojena se zdírkou 6a.
- Zdírka 5 je spojena se zdírkou 5a.
- Na zdírku 2 je připojen záporný pól přídavného stejnosměrného zdroje proudu, např. monočlánku, baterie apod.

K přesnějšímu objasnění zapojení mějme zato, že po sepnutí obvodu regulátoru napájecího proudu (regulační transformátor) pojede náš vlak podle obr. 85 zprava doleva; na horní kolejnici je připojen kladný pól, zatímco dolní je připojena na záporný pól zdroje.

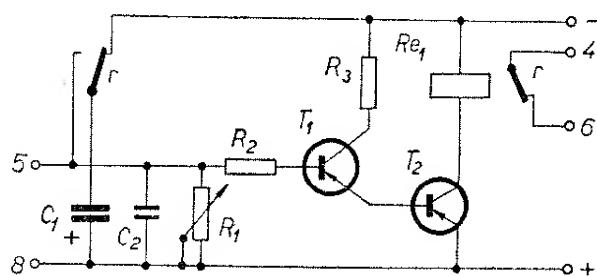
V jízdějící lokomotiva se dotkne pravého kontaktu spínače  $S_1$ , takže kondenzátor  $C$  (obr. 86) dostane záporné napětí prostřednictvím zdírek 5 a 5a a nabije se. Tranzistor  $T_1$  se otevře a uvede v činnost relé v kolektorovém okruhu. Relé se překlopí a rozpojí kontakt, čímž vypne proud v odděleném úseku. Vlak se tedy v tomto úseku samočinně zastaví. Po určité době, jež závisí na velikosti  $C$  a  $R$  (časová konstanta =  $C \cdot R$ ), vlastnostech  $T_1$  a současně na velikosti napájecího napětí na kolejnicích, se kondenzátor vybije, napětí na  $C$  se sníží natolik, že relé odpadne a sepne zase kontakt připojený na zdírky 4 a 6. Uzavře okruh pro tento úsek a vlak opět pokračuje v jízdě. Levý kontakt spínače  $S_2$  není při tomto směru jízdy vůbec využit. Změnili



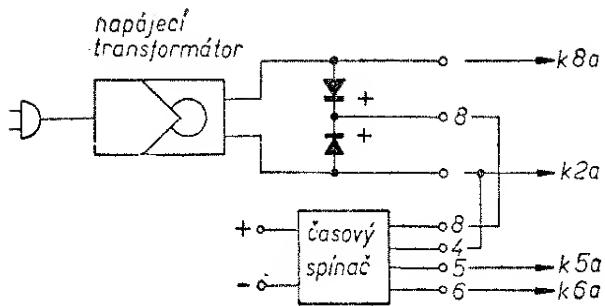
Obr. 86. Zapojení časového relé

se ovšem směr jízdy, přejímá levý kontakt ( $S_2$ ) funkce kontaktu  $S_1$ , protože při změně směru jízdy bylo napětí na kolejnicích přepolováno. Volba velikosti  $C$ ,  $R$  závisí též na proudovém zesílení tranzistoru a tím i na druhu použitého relé.

V uvedeném příkladu bylo použito relé, vyrobené závodem VEB Grossbreitenbach typu GBR 301 BV 0 327 - 1. Při 6 V jím procházel proud zhruba 90 mA, takže mohl být použit tranzistor GC121 se střední velikostí proudového zesílení. Podle délky doby sepnutí relé, která je přímo závislá jen na okamžitém napětí, může mít odpor  $R$  hodnotu 20 k $\Omega$  (0,1 W) a kondenzátor  $C$  kapacitu 100  $\div$  500  $\mu\text{F}$ /35 V. U tohoto jednoduchého zařízení se však vyskytuje ještě stále některé nedostatky. Tak např. vybavení popsaného časového relé v obou jízdních směrech není možné, protože se změnou polarity napětí na kontaktech kolejnicového přepínače se mění i polaria na spoji 8 - 8a. Aby se na vývodu 8 časového relé (obr. 86) udrželo stále klad-



Obr. 87. Zlepšené zapojení pro tranzistorové časové relé

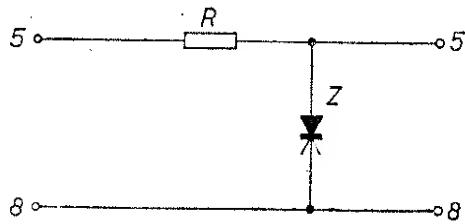


Obr. 88. Základní schéma automatického zařízení pro zastavení a odbavení soupravy v nádraží

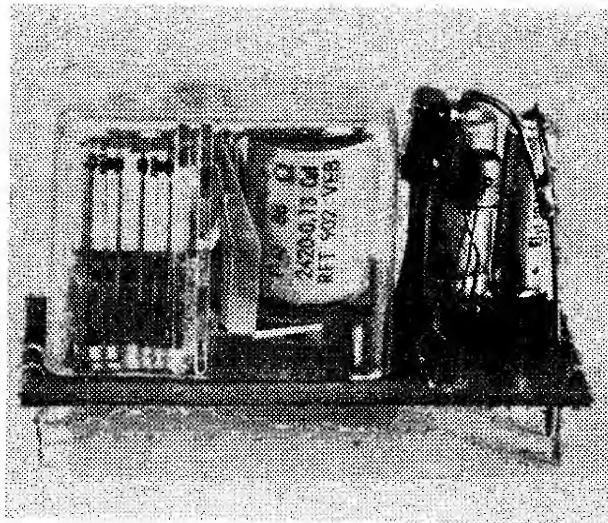
né napětí, musí být časový spínač spojen s transformátorem podle obr. 88. Při použití dvou proti sobě zapojených diod (0Y11, popř. GY111) je zaručeno, že automatika pracuje naprosto správně v obou jízdních směrech. Při zapojení podle obr. 88 je účelné též pro napájení časového relé použít ještě zvláštního zdroje 6 V. Ti, kteří by chtěli i tento zdroj proudu oddělit od transformátoru (připojka pro přídavná zařízení), mohou stabilizovat napětí 14 V Zenerovou diodou podle obr. 89. Jako diodu lze použít typ SZ505 (ZL910/6). Velikost předřadného odporu  $R$  je při 14 V stejnosměrného napětí a spotřebě relé asi 100 mA zhruba asi  $80 \Omega/1 \text{ W}$ . Na zdířku 5 připojíme záporný pól a na zdířku 8 kladný pól ze zdroje (levá strana na obr. 89). Pravé zdířky jsou napojeny místo na přídavný zdroj proudu právě na časový spínač, zdířka 5 na  $-$ , zdířka 8 na  $+$ .

Nedostatkem časového spínače podle obr. 86 je závislost doby sepnutí a zpoždění na právě v tom okamžiku používaném napájecím napětí. Vždy podle toho, zda právě souprava vjíždí pomalu do nádraží (s minimálním napětím), anebo jede-li vlak vysokou rychlosťí, pro kterou potřebuje vyšší napětí, nabíjí se také kondenzátor  $C$  na různá napětí. Protože jeho náboj má podstatný vliv na dobu přitažení relé, tím současně působí i na dobu stání vlaku. Následkem toho jsou doby stání ve stanici různé. Abychom dosáhli těchto čekacích dob alespoň přibližně stejných, můžeme použít popsaný stabi-

lizační díl, zapojený mezi přípoje kolejnic a vývody časového relé (viz. obr. 89). Protože jízdní napětí dosahuje sotva hranici 6 V, můžeme prostřednictvím Zenerovy diody dosáhnout přibližně stejně dlouhé doby vybíjení kondenzátoru  $C$  (6 V) a tím též přibližně stejně dlouhých čekacích dob soupravy ve stanici. Ještě lépe však pro tento účel vyhoví časový spínač podle obr. 87. Kondenzátor  $C_1$  se při klidové poloze relé  $R_{e1}$  nabíjí pomocným napětím 6 V. Uvede-li vjíždějící souprava v činnost spínací kolejnicový kontakt (obr. 85), uvádí se prostřednictvím  $R_2$  a tranzistorů  $T_1$  a  $T_2$  v činnost i relé a přepne své kontakty. Přitom se  $C_1$  odpojí od zdroje proudu 6 V, připojí paralelně ke zdířce 5 a prostřednictvím  $R_2$  se přivede napětí na  $C_1$  na vstup tranzistoru  $T_1$ . Čekací doba soupravy je pak určována téměř výlučně jen kondenzátorem  $C_1$  nabitym na napětí 6 V. Proměnný odpor (potenciometr)  $R_1$  dovoluje nastavit vybíjecí dobu kondenzátoru  $C_1$  a tím i nastavení čekací doby vlaku v nádraží. Kondenzátoru  $C_2$  pak připadá úloha akumulovat krátké proudové nárazy, vydávané přepínačem kolejnic, aby se relé klidněji přepínalo. Použitím dvou tranzistorů podle obr. 87 mimoto dosáhneme, že se zvětší jejich vstupní odpor a pak postačí menší velikosti kondenzátoru  $C_1$  než podle obr. 86. Také při zapojení podle obr. 87 hodnoty součástek přímo závisí na použitých tranzistorech. U našeho modelu při středních velikostech proudového zesílení (asi 80) tranzistorů  $T_1$  (GC100) a  $T_2$  (GC121) a s relé GNR301 byly vyzkoušeny následující hodnoty:



Obr. 89. Zapojení pro stabilizaci napětí Zenerovou diodou

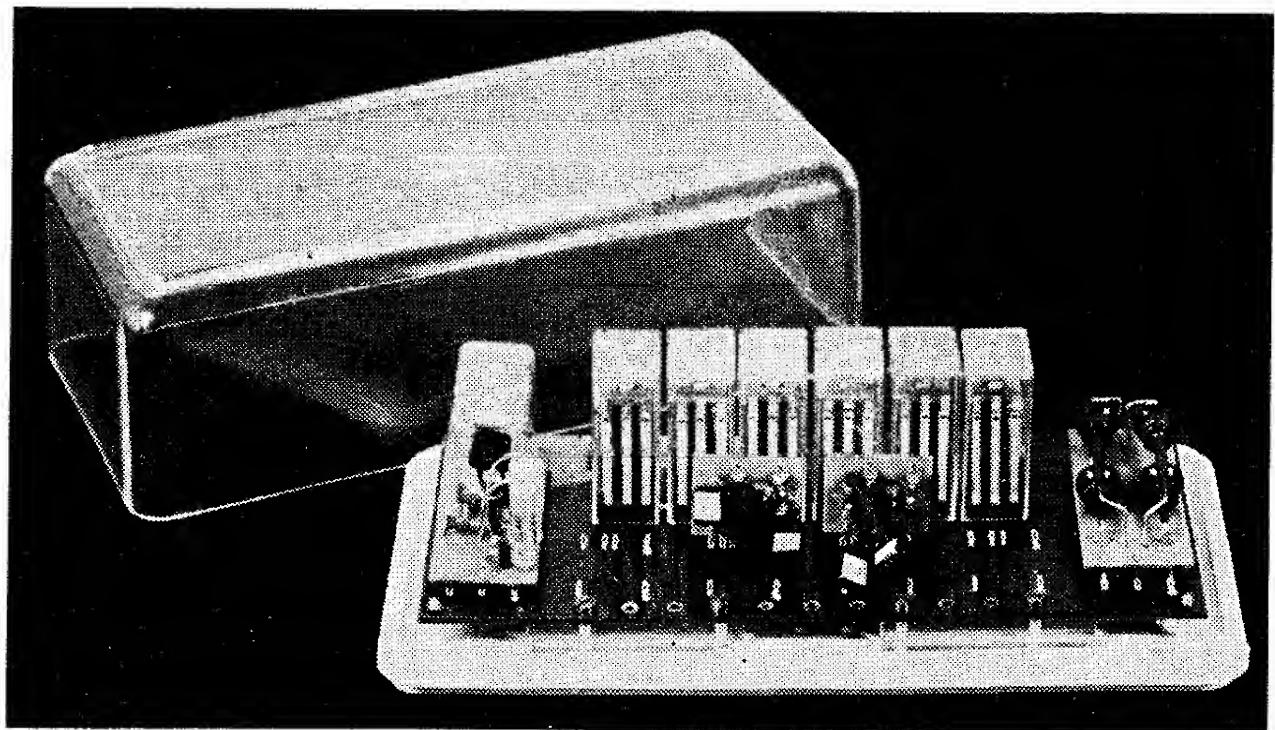


Obr. 90. Konstrukce tranzistorového časového relé

$R_1$  – proměnný odpor (potenciometr)  
 100 k $\Omega$   
 $R_2$  – předřadný odpor 50 k $\Omega$ /0,1 W  
 $R_3$  – ochranný odpor 500  $\Omega$ /0,1 W  
 $C_1$  – 50  $\mu$ F/15 V  
 $C_2$  – 0,1  $\mu$ F.

Pro ty, kteří chtějí pracovat bezpodmínečně jen s tranzistory bez použití relé, lze doporučit zapojení podle obr. 87 s použitím výkonnějších typů tranzistorů. Pro  $T_1$  lze použít GC121 a pro  $T_2$  výkonový tranzistor GD120. Pak odpadá relé se svými kontakty. Kondenzátor  $C_1$  také odpadne a pro  $C_2$  pak volíme kondenzátor o příslušně větší kapacitě (asi 100  $\mu$ F).  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  musí být také patřičně změněny. Spoj kolektoru  $T_1$  s  $R_3$  se připojí přímo na bázi  $T_2$ . Emitor  $T_1$  pak připojíme na kladné vedení (8) časového relé. Vývod kolektoru  $T_2$  se spojí s úsekem přerušených kolejnic (6a). Takovéto uspořádání může být použito přirozeně jen při jednosměrném provozu, protože předpokladem pro nezávadnou funkci je, že na svorce kolejnice 2a je stále záporné napětí. Plně tranzistorové časové spínače pro provoz v obou směrech jsou pochopitelně podstatně komplikovanější a tím i nákladnější.

Obr. 90 znázorňuje konstrukci tranzistorového relé při použití zástrček. Všechny jednotlivé díly byly uspořádány na destičce o rozměrech 25 × 40 mm.



Obr. 91. Pohled na elektronické zařízení pro automatické zastavení a spuštění modelu dětské železnice

Pro zdířky bylo použito kolíčků ze starých miniaturních elektronkových objímek. Konstrukce je odvozena od známých amatérských stavebnicových modulů závodu VEB Messelektronik.

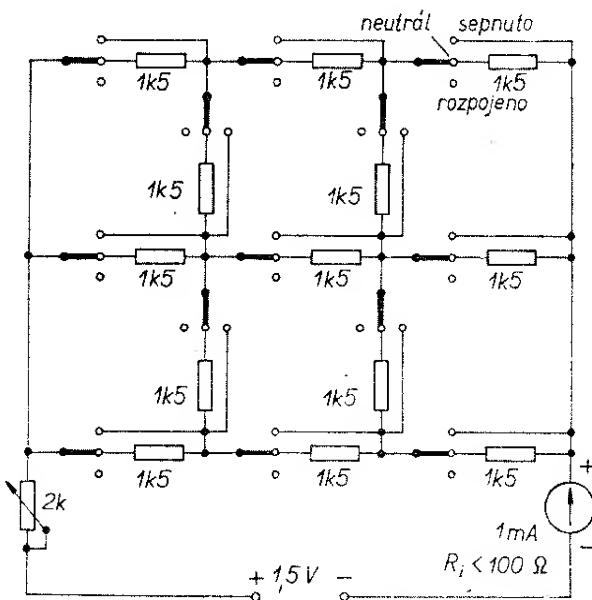
## VI. Kybernetická taktická hra

Taktická hra sestává ze sítě odporů, ovladatelné 13 přepínači podle obr. 92. S každým z těchto 13 přepínačů je v neutrální poloze (bílá tečka) spojen do série jeden odpor. Vlevo přepnutý přepínač (červená tečka) přemosťuje sériový odpor, vpravo přepnutý přepínač (modrá tečka) otevírá příslušný úsek vedení. Okruh proudu se uzavírá přes zdroj proudu (1,5 V), proměnný předřadný odpor (2 k $\Omega$ ), měřicí přístroj (1 mA) a síť odporů (s přepínači). Při výchozím postavení jsou všechny přepínače ve střední poloze (základní poloha), označené na panelu bílou tečkou, takže všechny odpory jsou zapojeny do obvodu. Předřadný odpor 2 k $\Omega$  v sérii s měřicím přístrojem je nastaven tak, aby ručka přístroje ukazovala doprostřed stupnice. Podle toho, jak jsou přepínány jednotlivé přepínače, zvyšuje se nebo případně snižuje proud měřidlem. Ukazuje-li měřicí přístroj nulu, popřípadě plnou výchylku stupnice, hra končí. Tato jednoduchá hra není jen příjemným využitím dlouhé chvíle, ale podněcuje hráče důkladně promýšlet každý tah předem. Tím si pochopitelně upevní své vědomosti o jednotlivých dějích v rozvětvených okruzích (Ohmův zákon, Kirchhoffův zákon atd.) Kromě 13 třípolohových přepínačů se 13 knoflíky potřebujeme ještě 13 odporů stejné velikosti 1,5 k $\Omega$  (výsledný odpor celé mřížky je pak též 1,5 k $\Omega$ ), dimenzované na 0,1 W, potenciometr 2 k $\Omega$ , ručkový měřicí přístroj s rozsahem 0 ÷ 1 mA a monočlánek 1,5 V. Je možné použít i jiných odporů, mřidla a velikosti napájecího napětí, ale zásadně musí být zachována podmínka, že při zařazení všech odporů mřížky se musí potenciometrem nastavit poloviční výchylka ručky mřidla.

Montáž přístroje provedeme na velké desce z umělé hmoty nebo ze dřeva, na

které mohou být namontovány přehledně všechny jednotlivé prvky. Panel upevníme ve skřínce, nebo alespoň na vhodném rámu.

**Pravidla hry.** Hrají vždy vzájemně dva spoluhráči, z nichž jeden se pokouší dosáhnout plné výchylky ručky měřicího přístroje (útok). Protihráč se zase pokouší dosáhnout nulové výchylky ručky přístroje (obrana). O kterou z obou možností ten který hráč usiluje, je stanoveno předem. Všechny přepínače musí být při zahájení hry ve střední poloze (tj. ukazovat směrem k bílé tečce). Ručka měřicího přístroje je v tom okamžiku uprostřed stupnice (0,5 mA). Každý hráč může při každém tahu otočit jen jednou přepínačem, hráči přepínají střídavě. Je ponecháno na libovůli spoluhráče, zda nastaví přepínač do polohy „rozpojeno“ (modrá barva – větev vedení rozpojena) nebo „sepnuto“ (červená barva – odpor zkratován). Ovšem každý z přepínačů může být během jedné hry použit jen jednou! Hra končí a vítězem se stává ten, komu se podaří vychýlit ručku mřidla buď na nulu nebo na plnou výchylku. Během průběhu hry ukazuje měřicí přístroj, vychýlený od střední hodnoty, který ze spoluhráčů je právě na řadě.

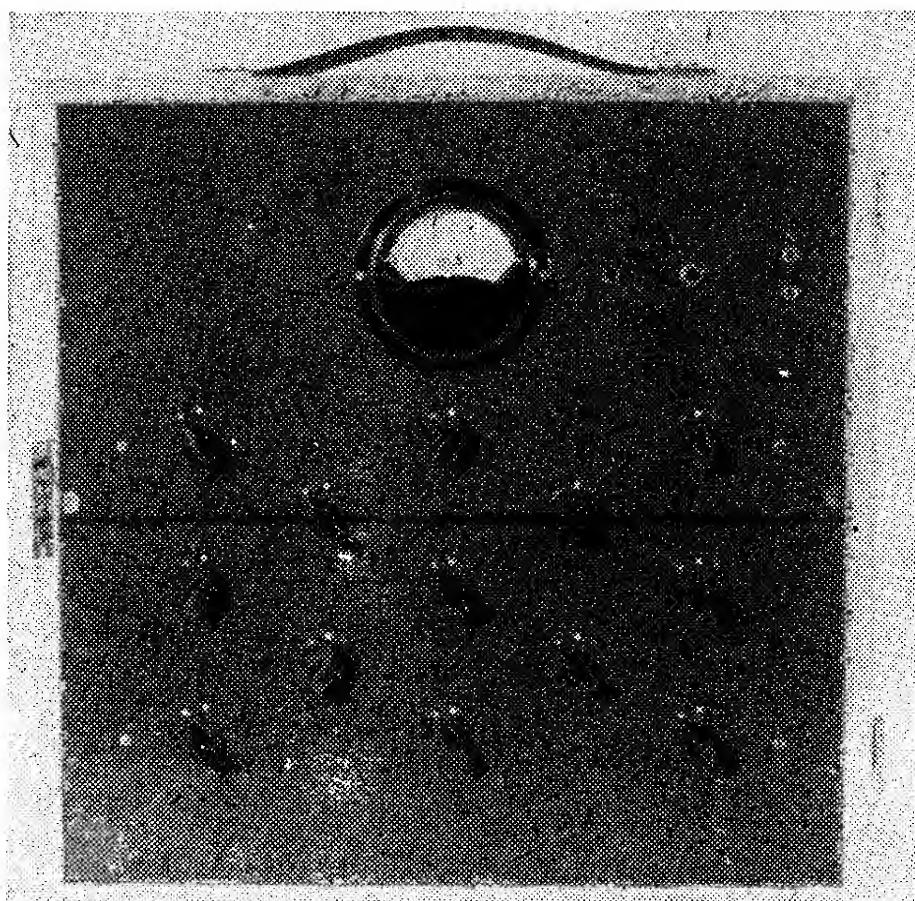


Obr. 92. Zapojení taktické hry

## VII. 1. Demonstrační model pro elektronické hodiny

Jako časový normál pro elektronické hodiny slouží zásadně kmitočtový standard s vysokou stabilitou kmitočtu, který vyrobíme v nejjednodušším případě oscilátorem, jehož kmitočet je řízen výbrusem křemenného krystalu. U zařízení pro vědecké účely je takový zdroj kmitočtu odvozen z atomárního kmitání (čpavkový maser apod.). Kmitočet tohoto normálu je v dalších dělicích stupních dělen až na kmitočet 1 Hz. Tímto způsobem dostaneme vteřinové impulsy s vysokou stabilitou, sloužící jako jednotka času. Ukazatelé časových jednotek mohou být buď mechanické (vteřinový impuls se přenáší elektromagneticky na vteřinový krokový ukazatel a dále pomocí ozubených kol se převádí na minuty a hodiny), nebo se používá elektronického

ukazatele. Tento sestává z kruhového čítače (s tyratrony nebo polovodiči) a číselných doutnavkových indikátorů. Již jen tento krátký přehled dává tušit, že náklady na konstrukci elektronických hodin už jen pro výrobu jednovteřinových impulsů budou poměrně vysoké. Kmitočet normálu musí být snížen o mnoho rádů; to vyžaduje poměrně velký počet stupňů k dělení kmitočtů, které musí být velmi přesně nastaveny. Při čistě elektronické indikaci času stoupají náklady ještě výše. Jen pro elektronické počítání a indikaci vteřinových pulsů v šedesátném systému je třeba asi 50 tyratronů a přes tucet dalších pomocných elektronek. Pro praktickou potřebu amatéra a pro demonstrační modely můžeme tedy už předem čistě elektronickou indikaci vyloučit právě pro vysoké náklady – v žádném případě by se to nevyplatilo. Proto budeme v dalším počítat s pobočnou časovou ústřednou s vteřinovým kro-



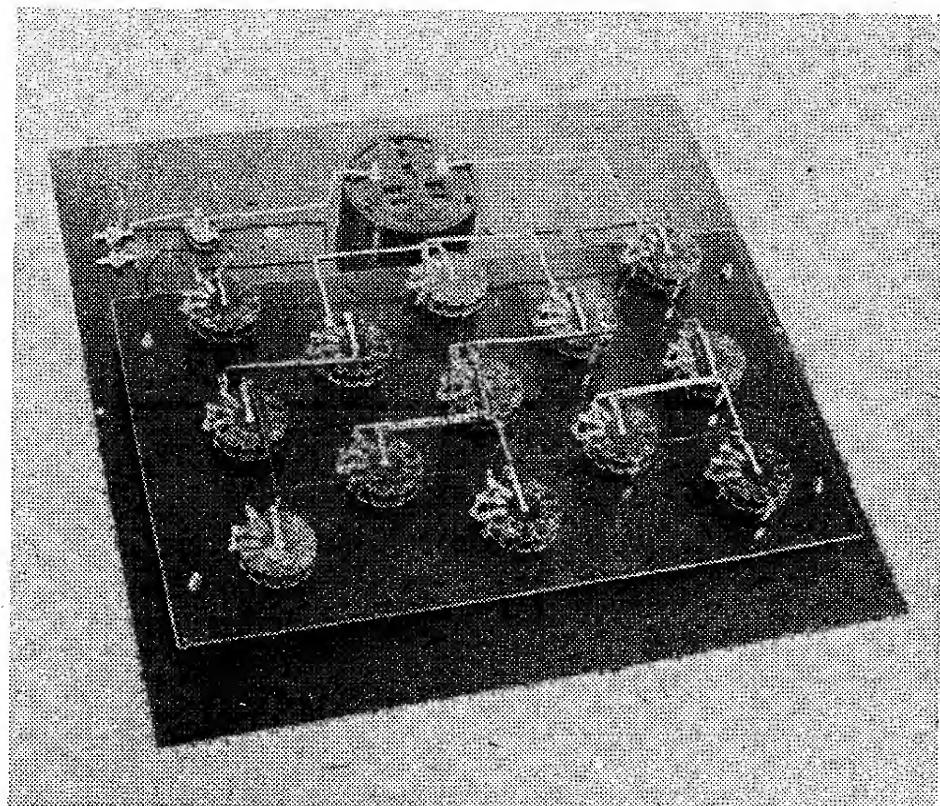
Obr. 93. Čelní deska taktické hry

kovým zařízením, jehož vteřinová ručička je posunována proudovými pulsy vždy o 1 vteřinu. Není ovšem také jednoduché dosáhnout dostatečně přesných vteřinových pulsů amatérskými prostředky, nebo pořídit si předváděcí přístroje s únosnými náklady. Je to především otázka zvoleného normálu kmitočtu. Kmitočty nad 10 kHz, které jsou vhodné pro malé křemenné hodiny, odpadají pro zvýšené náklady na další dělicí stupně. Pro amatérské účely by se mohlo eventuálně použít jako normálu ne zrovna levného křemenného krystalu 10 kHz a jeho kmitočet dělit pomocí čtyř desítkových (dekadických) doutnavkových počítacích výbojek na 1 Hz. Přitom musíme počítat s nákladem na čtyři doutnavkové počítací výbojky, nejméně šest elektronek – triod a křemenný krystal 10 kHz. K tomu ještě přistoupí náklady na zdroj proudu se stabilizátorem a sotva postradatelný termostat pro krystal. Pro skutečně přesné hodiny lze mimo krystalu jen velmi těžko použít jiného normálu,

který by měl lepší vlastnosti. Přesný propočet ukazuje, že odchylka kmitočtu normálu o  $1 \cdot 10^{-5}$  způsobuje denní rozchod o 1 vteřinu (této přesnosti však dosahují jen skutečně dobré mechanické lodní chronometry). Pro amatéra je tedy z ohledu na výdaje naprosto nesmyslné pořizovat si skutečné elektronické hodiny.

Zapojení popsané v další statí slouží tedy jen jako ukázka principu elektronických hodin a nemůže splnit nějaké vysoké požadavky na přesnost. Z důvodu jednoduchosti bylo jako normálu použito kmitočtu sítě. Už jen pro neodstranitelné odchylky sítového kmitočtu od jmenovité hodnoty 50 Hz nelze nijak zabránit tomu, aby u těchto elektronických hodin nedošlo k výkyvům až o několik minut denně. Abychom odvodili od sítového kmitočtu 50 Hz jeden vteřinový puls pro mechanickou indikaci času, musíme dosáhnout dělení kmitočtu v poměru 50 : 1. Obr. 95 ukazuje celkové zapojení děliče kmitočtu. Dělení je provedeno ve třech stupních na kmitočty 10 Hz, 2 Hz

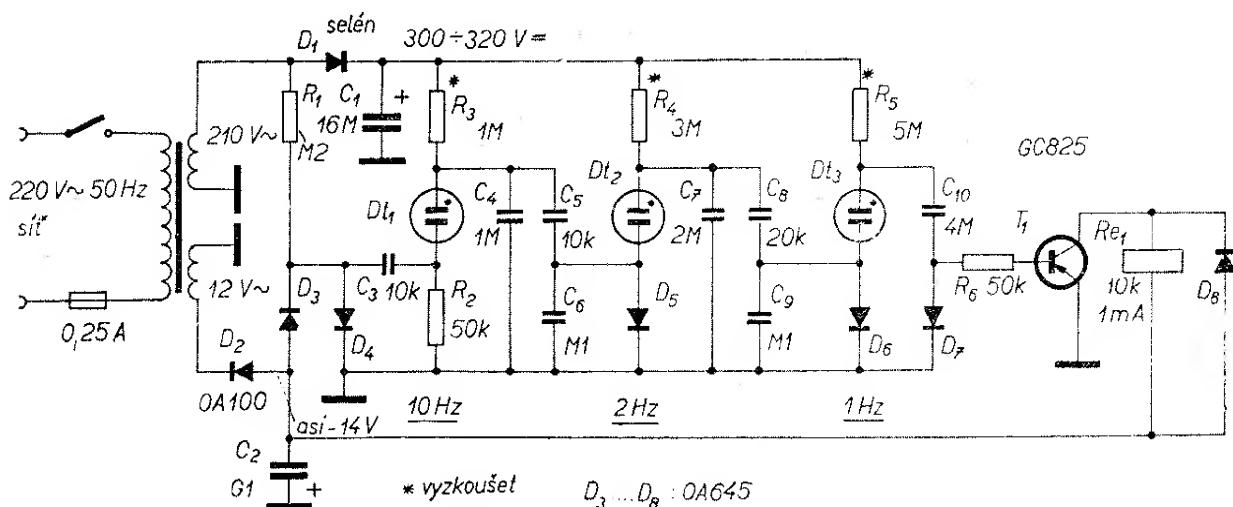
Obr. 94. Pohled na zapojení taktické hry



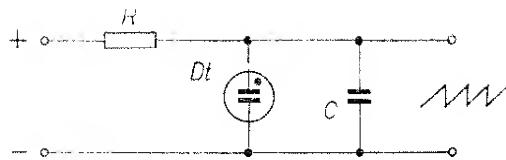
a 1 Hz. Jako děličů kmitočtů bylo použito jednoduchých klopních obvodů s doutnavkou, které se dají pro tento účel synchronizovat s dostatečnou přesností. Obr. 96 představuje jednoduchý klopní obvod s doutnavkou, u které je možno na paralelně připojeném kondenzátoru C odebírat pilovité kmity (generátor pilovitých kmitů). Při připojení provozního napětí se nejprve přes odpor  $\bar{R}$  nabíjí kondenzátor C. Jakmile je dosaženo zápalného napětí doutnavky Dt a ta se rozsvítí, vybije se rázem kondenzátor C (klesající průběh pily), a to až k hodnotě zhášecího napětí doutnavky Dt. Jakmile doutnavka Dt zhasne, začne přes odpor R nové nabíjení kondenzátoru C. Napětí na kondenzátoru C se tedy stále mění mezi hodnotou zápalného a zhášecího napětí doutnavky. Rozdíl mezi zápalným napětím  $U_z$  a zhášecím napětím  $U_1$  doutnavky Dt se tedy rovná amplitudě pilovitého kmitu. Kmitočet pilovitých kmitů je převážně určen hodnotami odporu R a kondenzátoru C, přesto je však ještě ovlivňován rozdílem mezi zápalným a zhášecím napětím doutnavky. Protože nabíjení kondenzátoru C přes odpor R probíhá exponenciálně, ovlivňuje tyto hodnoty i provozní napětí.

Abychom určili kmitočet pilovitých kmitů v zapojení na obr. 96, musíme

kromě hodnot odporu R, kondenzátoru C i provozního napětí  $U_b$  znát také hodnoty  $U_z$  a  $U_1$  doutnavky Dt. Jsou vzájemně zcela nezávislé a lze je zjistit měřením. Tyto hodnoty lze zcela jednoduše změřit po připojení doutnavky přes odpor na řiditelné stejnosměrné napětí. Pak měříme napětí na doutnavce voltmetretem, připojeným paralelně k doutnavce Dt. Měřicí přístroj musí mít podstatně vyšší vstupní odpor (elektronkový voltmetr), než je hodnota předřadného odporu. Potom pozvolna zvýsujeme napětí až Dt zapálí. V tomto okamžiku naměřené napětí je zápalné napětí doutnavky  $U_z$ . V okamžiku zapálení doutnavky napětí poklesne vlivem předřadného odporu (který je nutný k omezení proudu) na provozní napětí doutnavky, které v tomto případě není pro nás důležité. Napětí ze zdroje pak snižujeme tak dlouho až doutnavka Dt zhasne. V tomto okamžiku změřené napětí je zhášecím napětím  $U_1$ . Po zhasnutí doutnavky Dt poklesl spád napětí na předřadném odporu a napětí Dt se opět o něco zvýší. Údaje voltmetu  $U_z$  a  $U_1$  je tedy nutno zjistit bezprostředně bud před zapálením nebo před zhasnutím. Kmitočet relaxačního generátoru (generátor pilovitých kmitů) lze vypočítat pomocí známých hodnot podle následujícího vzorce:



Obr. 95. Celkové zapojení kmitočtového děliče s doutnavkami pro předváděcí model elektrotechnických hodin



Obr. 96. Základní schéma jednoduchého relaxačního obvodu s doutnavkou

$$f = \frac{2}{R \cdot C \cdot \ln \frac{U_b - U_1}{U_b - U_z}}$$

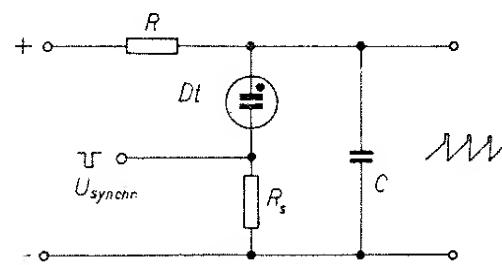
$f$  je udáno v Hz,  $R$  v  $M\Omega$ ,  $C$  v  $\mu F$ ,  $U$  ve V.

Je méně známo, že zapojení podle obr. 96 (které vlivem nedostatečné stability zápalných a zhásecích napětí doutnavky pracuje relativně nestabilně) se dá přiměřeně synchronizovat. Obr. 97 ukazuje princip takové synchronizace. Odpor  $R$ , kondenzátor  $C$  a doutnavka  $Dt$  představují známý generátor pilovitých kmitů. Synchronizační napětí  $U_{synchr}$  nebudeme zatím uvažovat. Vezmeme v úvahu, že kondenzátor  $C$  se přes odpor  $R$  krátce před zapálením doutnavky nabíl.  $R_s$  až do tohoto okamžiku nepůsobí, protože přes  $Dt$  neprochází žádný proud. Po nabité kondenzátoru  $C$  na napětí  $U_z$  zapálí výboj v  $Dt$ , kondenzátor  $C$  se vybíjí přes  $Dt$  a  $R_s$ . Odpor  $R_s$  má hodnotu podstatně menší, než je hodnota  $R$  a proto zvětšuje dobu vybíjení kondenzátoru  $C$  jen velmi nepatrně. Ve srovnání s obr. 96 tedy dojde k malému snížení kmitočtu a podstatně menší strmosti pilovitého průběhu.

Přivedeme-li ještě krátce před zapálením doutnavky na  $R_s$  přídavné napětí orientované tak, že záporný pól je na horním konci  $R_s$ , sčítá se toto napětí s okamžitým napětím kondenzátoru  $C$ , připojenému k  $Dt$ . V tomto okamžiku se překročí zápalné napětí a doutnavka předčasně zapálí. Je proto možné relaxační generátor synchronizovat se zápornými pulsy, přivedenými na přívod  $U_{synchr}$ . Kmitočet relaxačního generátoru je pak v nesynchronizovaném stavu poněkud nižší. Pomocí synchronizač-

ních pulsů se zvyšuje kmitočet na jmenovitou hodnotu. Kmitočet pulsů  $U_{synchr}$  může být i několikanásobně vyšší než kmitočet relaxačního generátoru. Je-li tento kmitočet např. dvojnásobný, pak teprve každý druhý puls způsobuje zapálení  $Dt$ , protože v okamžiku působení prvního pulsu ještě není kondenzátor  $C$  dostatečně nabít, aby společně se synchronizačním napětím bylo dosaženo potřebné zápalné napětí doutnavky  $Dt$ . To platí pochopitelně jen za předpokladu, že napětí  $U_{synchr}$  není větší, než spolehlivé zapálení  $Dt$  vyžaduje. Obvyčejně stačí pro  $U_{synchr}$  amplituda pulsů několika voltů. Jako přibližné pravidlo platí, že amplituda  $U_{synchr}$  nesmí být větší než  $n \cdot (U_z - U_1)$ , přičemž  $n$  představuje poměr obou kmitočtů. Relaxační stupeň pak pracuje jako dělič kmitočtu. Překročí-li synchronizační napětí tuto maximální hodnotu, přeskočí kmitočet pilovitého generátoru na nejbližší nižší poměr obou kmitočtů, nebo se kmitočet stane nestabilní. Abychom dosáhli přesnéjšího okamžiku zapálení  $Dt$  a tím i spolehlivější synchronizace, musí být synchronizační puls časově krátký (jehlový nebo úzký pravoúhlý puls).

Podle tohoto principu pracuje zapojení děliče kmitočtů, vyrábějící jednovteřinové pulsy pro elektronické demonstrační hodiny (obr. 95). Malý síťový transformátor dodává přes usměrňovač  $D_1$  (selenový), provozní napětí pro tři doutnavky  $Dt_1 \dots _3$ . Další vinutí 12 V (při použití standardního síťového transformátoru dvě do série zapojena žhavicí vinutí 6,3 V) dodává pomocné napětí



Obr. 97. Základní schéma synchronizace relaxačního oscilátoru

pro relé tranzistorového spínače  $T_1$ . Jako doutnavek je možno použít libovolných malých typů se zápalným napětím  $90 \div 110$  V, mezi jiným i velmi levných doutnavek, používaných ve zkušebních tužkách. Při montáži se však musí chránit před dopadem světla, protože prudké osvětlení mění jejich zápalné napětí. První dělicí stupeň s  $Dt_1$ ,  $R_3$  a  $C_4$  – tedy s prvky určujícími kmitočet – pracuje na 10 Hz. Odporem  $R_3$  je stupeň upraven tak, že v nezasynchronizovaném stavu ( $C_3$  oddělen) běží na kmitočtu 9,5 Hz. Tento stupeň synchronizujeme v poměru 1 : 5 pulsem o kmitočtu 50 Hz, získaným ze sítě a přivedeným na odpor  $R_2$  (odpovídá  $R_s$  na obr. 97). Přes odpor  $R_1$  a omezovací diody  $D_3$  a  $D_4$  (napájené předpětím — 12 V) se přivedené síťové sinusové napětí nejdříve změní v pravouhlý puls s dostatečně strmými boky, který se dále pomocí  $C_3$  a  $R_2$  upraví v jehlový puls. Protože  $D_4$  je zapojena na zemnicí potenciál, objevují se na  $R_2$  záporné jehlové pulsy, jak to naznačuje obr. 97. Tyto pulsy synchronizují první dělicí stupeň pevně síťovým kmitočtem na 10 Hz. Jak se dá rozpoznat pomocí obr. 96 objevují se na kondenzátoru  $C_4$  v okamžiku vybití strmé záporné pulsy. Kapacitním děličem  $C_5/C_6$  je jejich napětí sníženo na velikost vhodnou k synchronizaci následujícího stupně. Synchronizují tento stupeň na kmitočtu 2 Hz. Také zde tedy následuje další dělení kmitočtu v poměru 1 : 5. Prvky, určující časovou konstantu druhého dělicího stupně s doutnavkou  $Dt_2$ , jsou odpor  $R_4$  a kondenzátor  $C_7$ , přičemž odpor  $R_4$  je upraven tak, aby kmitočet samotného stupně ( $C_6$  odpojen) byl 1,9 Hz. Namísto odporu  $R_s$  (viz obr. 97) bylo ve stupni s doutnavkou  $Dt_2$  použito diody  $D_5$ . Pro záporné synchronizační pulsy je dioda  $D_5$  uzavřena, takže negativní pulsy působí přímo na doutnavku  $D_{11}$  a nezatěžují dodatečně předcházející stupně. Během nabíjení  $C_4$  dioda  $D_2$  propouští proud, čímž se dosáhne toho, že kladné čelo pily stupně 10 Hz nemůže působit na  $D_{11}$ . Pro stupeň 10 Hz to znamená, že se hodnota  $C_5$  sčítá s hodnotou  $C_4$ . Žádaná velikost kmitočtu se vyrovnává odporem  $R_3$ .

Druhý dělicí stupeň s  $Dt_2$  pracuje na prosto totožně. I zde se odebírá synchronizační puls pro třetí stupeň (1 Hz) přes kapacitní dělič napětí  $C_8/C_9$  a přivádí přes  $D_6$  na třetí stupeň. Stupeň 1 Hz pracuje s dělicím poměrem 1 : 2, který se pak nastavuje pomocí  $R_5$  při odpojeném  $C_8$  na kmitočet 0,95 Hz. Kondenzátor, určující kmitočet stupně, je  $C_{10}$ . Kondenzátory určující časovou konstantu, tj.  $C_4$ ,  $C_7$  a  $C_{10}$ , obzvláště pak poslední, musí být velmi jakostní; je nejlépe použít kondenzátory typu MP nebo kondenzátory s kovovou vrstvou na kvalitním dielektriku, mají-li být stupně dostatečně stabilní. Doutnavka  $Dt_3$  pracuje na kmitočtu 1 Hz, to znamená, že  $C_{10}$  se vybíjí pravidelně jednou za vteřinu. Jeho vybíjecí proudový puls představuje proto žádané vteřinové impulsy. Z tohoto důvodu se vyhýbí přes  $R_6$  a bázi tranzistoru  $T_1$  (celo pulsu je při vybíjení záporné – jak konečně dokazuje obr. 96). Při nabíjení je dráha tranzistoru  $T_1$  báze – emitor uzavřena, pro pulsní periodu je  $D_7$  zapojena v propusťném smíšení. Odpor  $R_6$  má několik úkolů. Jednak zabraňuje nepřípustné silným proudovým pulsům v příchodu na bázi  $T_1$ , jednak prodlužuje záporné čelo pulsů (dobu vybíjení  $C_{10}$ ) tak dlouho, že relé  $Re_1$  zůstává po dostatečně dlouhou dobu přitaženo proudem  $T_1$  a tak navzdory své mechanické setrvačnosti spolehlivě přitahuje. Podle vlastností relé a proudového zesílení  $h_{21e}$  tranzistoru  $T_1$  může být hodnota  $R_6$  trochu pozměněna, zvláště pak zvýšena. Úprava  $R_5$  může následovat teprve po konečném nastavení  $R_6$ . Dioda  $D_8$  potlačuje špičky napětí, procházející při vypínání vinutím relé, které by mohly poškodit kolektor tranzistoru  $T_1$ . Relé  $Re_1$  tedy přitahuje pravidelně každou vteřinu. Přes kontakt relé se uvádí v činnost elektromagnetický posuvný mechanismus pobočných elektrických hodin, popřípadě jiného přístroje pro měření času, či počítacího zařízení. V nejjednodušším případě může relé zapojit malý poštovní počítač hovorů jako sekundární počítač, které může být napájeno z pomocného napětí na  $C_2$ . Přerušíme-li přívod k relé spínačem nebo ručním tlačítkem, můžeme ta-

kové zařízení použít jako nejjednodušší „elektronické stopky“ pro měření času (pochopitelně vždycky s určitými chybami). Presnost měření však můžeme poměrně značně zlepšit, budeme-li během tohoto měření kontrolovat síťový kmitočet jazýčkovým kmitočtoměrem (síťový kmitočet se mění obvykle jen pomalu); percentuální kmitočtovou odchylku v údajích těchto „stopek“ můžeme pak odecít. Pro relé  $R_{e_1}$  se hodí prakticky každý typ s maximální spotřebou 2 mA. Typ tranzistoru může být libovolný, nesmí však mít příliš malé proudové zesílení. Oba tyto požadavky mají následující důvod. Pro relé s vyšším přítažným proudem – nebo pro tranzistor s menší hodnotou  $h_{21e}$  – potřebujeme větší základní proudu, který by stačil vybudit  $T_1$ . Tím je hodnota  $R_6$  omezena směrem nahoru. Dále pak menší hodnota  $R_6$  způsobuje rychlejší vybití  $C_{10}$  a tím i kratší přítažnou dobu relé  $R_{e_1}$ . Protože relé s vyššími přítažnými proudy mají povětšině též větší mechanickou setrvačnost, než relé s menším přítažným proudem, popř. s menší kotvou, nemůžeme pak dosáhnout bezpečného přitažení relé. Protože pro funkci relé – zcela neodvisle od velikosti  $R_6$  – je k dispozici jenom maximální množství energie, odpovídající náboji kondenzátoru  $C_{10}$ , která ostatně může být proporcionalně stupňována jen zvýšením proudového zesílení  $T_1$ , vytváří se v souvislosti s  $h_{21e}$  tranzistoru horní hranice pro hodnoty relé. Bezprostřední zapojení počítače nebo elektromagnetu ovládaných hodin místo relé je zpravidla nemožné. Při nastavování  $R_6$  musíme dbát na to, aby nejen relé, ale také též k němu připojený mechanismus byl dostatečně dlouho překlopen. Toho můžeme dosáhnout poměrně snadno v tomto sekundárním proudovém okruhu pomocí elektrického zpožďování (např. elektrolytem apod.).

Musíme si ještě něco vysvětlit v rozdělení dělicích poměrů na 1 : 5, 1 : 5 a 1 : 2. Nespolehlivost synchronizace zapojení podle obr. 97 přibývá se stoupajícím dělicím poměrem. Čím více synchronizačních pulsů odpadne v jedné překlápací periodě generátoru, tím hustší

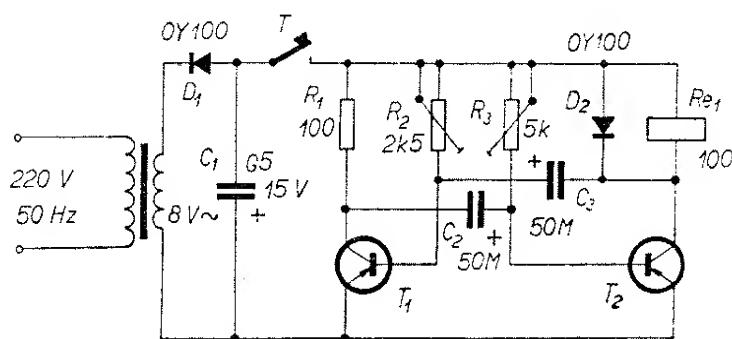
jsou předposlední neúčinné synchronní pulsy před zápalným bodem doutnavky a tím větší je také nebezpečí, že právě některý z těchto předposledních pulsů vyvolá zapálení doutnavky a následující, tedy „pravý“ puls, pak zůstane neúčinný. Kmitočet dělicího stupně přeskocí v tomto případě na nejbližší vyšší nebo nižší poměr, nebo kolísá mezi nimi. Také správné proměření amplitudy synchronizačních pulsů se stoupajícím dělicím poměrem je stále obtížnější, protože dokonce jen malé zvýšení nebo snížení amplitudy synchronizačních pulsů, nebo i malé výkyvy základního kmitočtu stupně ovlivňují okamžité provedení na jiný dělicí poměr. Prakticky se dají s tímto zapojením dostatečně stabilně dělit kmitočty v poměru až 1 : 5, nejvýše však 1 : 6. Přesto se však doporučuje – pro případ, že přístroj nemá sloužit jenom jako demonstrační, a přitom přístroj co nejlevnější – stabilizace napájecího napětí. Mimoto obzvláště při příliš vysokých požadavcích na přesnost se nehodí každá doutnavka. Některé druhy doutnavek mění po poměrně krátké době provozu zápalné napětí, čímž dochází jak ke změně základního kmitočtu, tak i ostatních dělicích poměrů (např. na 1 : 4). V takovém případě pomůže jen skutečně pečlivý výběr doutnavek nebo je místo obyčejné doutnavky nutno použít stabilizátory (např. typ StR 85/10,  $U_z = 85 \text{ V}$ ,  $I_{\max} = 10 \text{ mA}$ ,  $I_{\min} = 1 \text{ mA}$ ). Pro komerční účely nejsou podobná dělicí zapojení osazována doutnavkami, ale tyratrony. A dokonce i při jejich použití nelze volit dělicí poměr větší než 1 : 5. Tyto vztahy zcela jasně dokazují, že v každém případě je nutno použít nejméně tří dělicích stupňů v poměru 1 : 5, 1 : 5, 1 : 2. Přitom byl nejmenší dělicí poměr použit u stupně s nejnižším kmitočtem. To má následující praktický důvod: nestabilita základního kmitočtu stupně stoupá s přibývající dobou periody. Jednak jsou možnosti pro působení rušivých vlivů časově větší (nabíjecí křivka kondenzátoru  $C$  probíhá povlovně), jednak kondenzátor  $C$  a odpor  $R$  mají vyšší hodnoty, čímž rušivý vliv svodového proudu a izolačních odporů ( $C_{10}$ ) stoupá. Stupeň s nejnižším

základním kmitočtem je proto kmitočtově nejméně stabilní. Proto mu také byl pro bezpečnou synchronizaci přiřčen nejnižší dělicí poměr.

## VII. 2. Jednoduché elektronické stopky

V následující části jsou popsány jednoduché elektronické stopky. Je to chronometr na měření krátkých časových intervalů s přesností asi 1 %. vhodný právě pro amatérské účely. Může jich být používáno tak, jako běžných mechanických stopek při různých sportovních příležitostech a hrách. Náklad na jejich zhotoovení je však při použití běžných tranzistorů zhruba jen asi poloviční ve srovnání s náklady, vynaloženými na zcela jednoduché mechanické stopky. Jako u všech elektronických přístrojů na měření časových intervalů, je i u tohoto přístroje hlavním problémem vytvoření časového normálu o dostatečné přesnosti. U elektronických v továrně zhotovalených hodin a měřicích krátkých časových intervalů pro komerční účely je k dosažení maximální přesnosti nutno používat nejdokonalejší moderní techniky (řízení krystalem, děliče kmitočtu atd.). To je však pro amatérské účely naprostě neúnosné. Z těchž důvodů jako u předcházejícího přístroje použijeme jako normál kmitočet světelné síť; která udržuje dostatečně přesně kmitočet 50 Hz. Je však pravda, že síťový kmitočet klesne někdy pod těchto 50 Hz. Ze zkušenosti však také víme, že tato odchylka bývá jen zřídka akdy více než 0,5 Hz, což znamená právě v přesnosti

měření chybu 1 %. Pro stopky je to však postačující, protože s nimi měříme zpravidla jen časové intervaly maximálně několika minut. Podobně jako v předešlém přístroji můžeme použít jazýkový kmitočtoměr (běžný přístroj pro měření síťového kmitočtu) pro zjišťování v průběhu používání stopek skutečného síťového kmitočtu a přepočítávat pak změřené intervaly pomocí této korekce. Tím se dá přesnost na měření časů podstatně zvýšit. Jako ukazatele našich stopek můžeme použít zcela obyčejné mechanické počítadlo (poštovní počítadlo telefonních hovorů apod.), které přichází čas od času do obchodu právě pro amatérské účely. Použijeme nejlépe počítadlo s odporem cívky  $100 \Omega$ , které spolehlivě přitahuje při napětí  $8,5 \div 9$  V. Je poháněno kmitočtem 10 Hz, synchronizovaným pomocí síťového kmitočtu, takže spíná každou vteřinu 10 jednotek. Tím je umožněno měření časů v desetizádešinných vteřinách v celkovém rozmezí od 0,1...999,9 vt. Je však možno použít také jiný mechanický počítadlo s elektronickým údajem, který ovšem nemá mít příliš velkou setrvačnost nebo malou citlivost. Potřebujeme tedy pulsy o kmitočtu 10 Hz, které se dají jednoduše vyrábět pomocí tranzistorového multivibrátoru se dvěma tranzistory. Zapojení multivibrátoru je mnoha amatérům velmi dobře známo. Je používáno např. při stavbě tranzistorových blikačů nebo s kmitočty od 100 do 1000 Hz pro výcvik v příjmu telegrafních značek. S multivibrátorem, vypočítaným pro kmitočet 10 Hz, však nelze zhотовit stopky, protože multivibrátory nikdy nemají do-



Obr. 98. Zapojení jednoduchých stopek s tranzistorovým multivibrátorem a elektromechanickým počítadlem hovoru

statečnou stabilitu kmitočtu. Nelze tedy počítat s tím, že by tímto jednoduchým způsobem bylo možno postavit stopky neodvislé na síti, poháněné jen běžnou baterií. To znamená, že multivibrátor musíme synchronizovat – uvést „do kroku“ síťovým kmitočtem – našim časovým normálem. Vhodným nastavením musíme způsobit, aby multivibrátor bez synchronizace síťovým kmitočtem měl o něco nižší kmitočet ( $9,7 \div 9,8$  Hz). Bude-li pak vhodným způsobem dodatečně přiveden do celého zapojení síťový kmitočet, způsobí každý pátý kmit síťového kmitočtu předčasné nasazení vlastního kmitu multivibrátoru. Obr. 98 představuje celkové zapojení stopek. Protože pro synchronizaci je nutný síťový kmitočet, bylo celkové zapojení tomuto požadavku již přizpůsobeno. Toto zapojení nejen umožňuje napájení přístroje ze sítě, ale současně i zcela jednoduchou synchronizaci.  $T_1$  a  $T_2$  jsou tranzistory multivibrátoru. Kolektorový odpor  $T_2$  je vytvořen odporem počítače ( $R_{e1}$ ). Při vybuzení počítače se vytváří na jeho vinutí špičky napětí (samoindukce vinutí) a proto musí být počítač přemostěn diodou  $D_2$ , která tyto špičky odstraňuje. Počítač nelze nikdy provozovat bez  $D_2$ , navíc musíme dbát na správnou polaritu  $D_2$ , jinak poškodíme tranzistor  $T_2$ .

Kolektorový odpor  $T_1$  vytvoříme odporem  $100 \Omega$ , který musí být určen pro zatížení minimálně  $0,5$  W.  $R_2$ ,  $R_3$  a rovněž tak i oba elektrolytické kondenzátory  $50 \mu\text{F}$  určují kmitočet pulsů, který musí být nastaven asi na  $10$  Hz. Dosažený kmitočet je závislý na toleranci hodnot jednotlivých součástí a současně i na vlastnostech tranzistorů, proto také musí být  $R_1$  a  $R_2$  při prvních zkouškách pozorně postaveny. Potenciometrové trimry  $R_2$  a  $R_3$  nesmí být nikdy vytvořeny až na døraz ( $R = 0$ ), neboť by tím byly přetěžovány tranzistory. Při nastavování musíme tedy postupovat opatrne. Po ukončeném nastavení zajistíme běžce na zadní straně potenciometrového trimru kapičkou laku. Kromě správného kmitočtu se nastavuje pomocí  $R_1$  a  $R_2$  ještě i nejpříznivější impulsní spínací poměr (tj. poměr doby zapnutí a vypnutí

počítače  $R_{e1}$ ). Ten je současně ovlivněn i mechanickými vlastnostmi počítače. Proto musíme oba potenciometrové trimry nastavovat střídavě do takové polohy, kdy při správném kmitočtu (zjistíme jej třeba podle vteřinové ručičky náramkových hodinek,  $R_{e1}$  musí každou vteřinu zapojit přesně 10 číslic) nastane spolehlivé a silné přitažení kotvy počítače. Při nevhodném nastavení počítač „koktá“. Čím nižší je minimální napětí potřebné pro počítač, tím nekritičtější je toto nastavení.

Jako tranzistory můžeme použít všechny typy, které snesou zatížení  $100 \div 150$  mW. To znamená, že vhodné jsou typy LA100 a LC825, popřípadě i 0C821 apod. za předpokladu, že jejich proudové zesílení  $h_{21e}$  je minimálně 25. Hodnoty tranzistorů tedy nejsou příliš kritické, jsou však zatěžovány téměř až na maximální povolenou hranici. Proto také není vhodné používat málo výkonné typy tranzistorů. Také  $R_2$  a  $R_3$  nesmí mít po nastavení příliš malou hodnotu. Maximálně smí být běžce potenciometrových trimrů  $R_2$  a  $R_3$  nastaveny v poslední pětině své dráhy. Hodnoty elektrolytických kondenzátorů mohou být v případě potřeby trochu zmenšeny, čímž  $R_2$  a  $R_3$  mohou mít vyšší hodnoty. Proudový zdroj obstará zvonkový transformátor s vinutím 8 V. Pomocí diody  $D_1$  a elektrolytického kondenzátoru  $500 \mu\text{F}$  získáme stejnosměrné napětí, které je při zapnutém přístroji 10 V. Tlačítkem  $T$  se stopky zapínají a vypínají. Tlačítko  $T$  může být provedeno tak, že je umístěno na zvláštním zástrčkovém kabelu. Síťový přívod je připevněn přímo na síťový transformátor, čímž odpadají síťové spínače a pojistky. Nebezpečí úrazu síťovým proudem odpadá, protože zvonkové transformátory jsou provedeny jako oddělovací (zvláštní, proti prúruzu dobře jištěné sekundární vinutí), jsou zajištěny proti zkratu a jsou vhodné i pro dlouhodobý provoz. Při stavbě však musíme dbát, aby počítač byl umístěn ve vhodné poloze (téměř pravidelně vodorovně). Poštovní počítače telefonních hovorů totiž při jiném uložení počítají velmi nepřesně, mnohdy vůbec ne. Zapojení zrovna na první pohled neukazuje jak

dochází k synchronizaci sítovým kmitočtem. Toho je dosaženo velmi jednoduše úmyslně nedostatečnou filtrací provozního napětí. Jednoduché jednocestné usměrnění diodou  $D_1$  s elektrolytickým kondenzátorem 500  $\mu\text{F}$  nedává totiž úplně vyhlazené stejnosměrné napětí. Napětí vykazuje ještě značné zvlنění (brumové napětí 50 Hz). Toto rytmické kolísání napájecího stejnosměrného napětí synchronizuje multivibrátor přes  $R_2$  a  $R_3$  zcela automaticky. Zbytkové střídavé napětí brumu při správném nastavení  $R_2$  a  $R_3$  vyvolá spolehlivou synchronizaci v poměru kmitočtů 1 : 5. Při nastavování  $R_2$  a  $R_3$  budeme asi pozorovat, že se počítací kmitočet nemění v širokém úhlu otáčení potenciometrů. Necháme-li běžec stát asi ve středu pásma, kde se kmitočet nemění, pak dostaneme velmi dobrý počítací kmitočet, nezávislý na sítovém napětí a výkyvech teplot; jeho přesnost bude závislá prakticky jen na sítovém kmitočtu. Stopky pak pracují zcela spolehlivě. Jestliže stopky vyjdou ze synchronizace vlivem nedokonalého seřízení, pak počítací vypadá, nebo nastane přeskočení poměru synchronizace z 1 : 5 na 1 : 4 nebo 1 : 6. Tato závada je natolik nápadná, že se dá zjistit sluchem, nebo porovnáním s náramkovými hodinkami. Stopky tedy jdou buď s přesností sítového kmitočtu nebo úplně špatně.

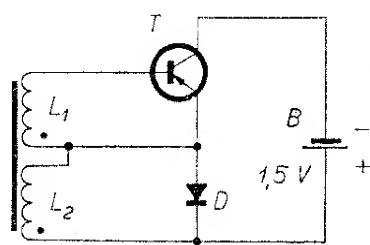
Při stavbě postupujeme plánovitě a účelně. Zvonkový transformátor zavíme krytu a místo něho použijeme víčka z umělé hmoty, které je dnes k dostání jako nádobka na led pro domácí ledničky. Počítací umístíme vedle transformátoru, několik málo dílů umístíme na lištu, kterou připevníme šrouby v místech, kde byl původní kryt.

### VII. 3. Elektronické hodiny s kyvadlem

V poslední době jsme dostali do redakce našeho časopisu Funkamatér mnoho dotazů na stavební návody elektrických hodin. Z tohoto důvodu zde budí zásadně řečeno, že stavba skutečně použitelných a dostatečně přesných

elektronických hodin svou složitostí a značnými náklady značně převyšuje radioamatérské možnosti. Jak nám ukázaly dopisy čtenářů, je otázka nákladů stále silně podceňována. Vysvětlovat zde podrobně proč je stavba elektronických hodin tak komplikovaná a amatérským způsobem téměř neproveditelná není z důvodů omezeného místa možné. Chceme k tomu jen říci, že není možné použít k pohonu elektronických hodin jen jednoduchý tranzistorový metronom (zdroj vteřinových nebo minutových pulsů, jako jsou podobná a známá zapojení automobilových blikáčů). Přesto tyto požadavky se stále v dopisech čtenářů znovu objevují. Proto uvedeme řešení, které obchází složité elektronické zapojení a přesto dosahuje velmi dobrých výsledků. Nejjednodušším a v porovnání s pracovními a materiálovými možnostmi i nejpřesnějším „časovým normálem“ pro stavbu amatérských hodin jsou staré dobré „pendlovky“. Za časů našich dědečků byly tyto hodiny – jak je velmi dobře známo – poháněny buď závažím nebo ocelovým perem.

Vzniká otázka, zda by nebylo možno ovládat pohyb kyvadla elektricky. Budeme pak mít doma hodiny, u nichž poměrně snadno dosáhneme velmi vysoké mechanické přesnosti a které můžeme pohánět jedinou baterií. Při vhodné konstrukci pohoru můžeme použít monopólovku 1,5 V, která vydrží po dobu jednoho až jednoho a půl roku. Hned na počátku rekonstrukce takových památkových hodin narazíme zcela určitě na podstatné potíže. U pendlovek totiž pohání soustava koleček kyvadlo, není však



Obr. 99. Zapojení pohoru elektronických hodin

možné opačně pomocí kyvadla pohybovat soustavou koleček a ručičkami. Právě to však provádí náš elektropohon, který pochází kyvadlo. Budeme proto muset buď překonstruovat převod mezi soustavou koleček a kyvadlem nebo – to pro případ, že bychom byli dostatečně zruční a měli i dostatek nutného náradí – si postavíme sami převod z osy kyvadla na ručičkové prevody.

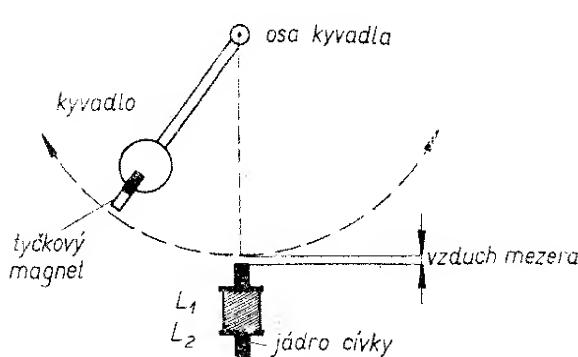
Tentokrát bychom chtěli vzbudit zájem těch čtenářů, kteří jsou zaměřeni více na mechanické práce a jak víme z jejich dopisů, je jich velmi mnoho. Našim čtenářům je přenecháno k vlastní úvaze, jakým způsobem budou převádět pohyb kyvadla na hodinové ručky, zda ozubeným soukolím nebo západkou.

Vyjděme však ze zapojení, které je uvedeno na obr. 99. Na otevřeném jádru cívky (elektromagnet) jsou umístěna vinutí  $L_1$  a  $L_2$ . U tranzistoru  $T$  nedostává báze žádné napětí, proto také nemůže téci kolektorový proud. Baterie je tedy nejprve naprostě nezatížena (vlastně zatížena pouze zbytkovým proudem tranzistoru) – nic se neděje. Cívka  $L_1/L_2$  je připevněna pod kyvadlem, jak ukazuje obr. 100. Na nejnižším konci kyvadla je umístěn malý tyčkový magnet. To ovšem není podmínkou, lze též použít magnetů v jiné formě, jejich velikost a síla nejsou vůbec kritické. Můžeme použít např. různých magnetů z moderních dětských hraček. Magnet je na kyvadle připevněn tak, že je-li kyvadlo v klidu – stojí tedy přesně nad osou cívky – uka-

zuje jeden pól magnetu k cívce, druhý k hornímu konci kyvadla. Má-li ukazovat k cívce severní nebo jižní pól magnetu, záleží na smyslu vinutí  $L_1$  a  $L_2$ , což musíme vyzkoušet. Mezi pólem magnetu a jádrem cívky zůstává ještě vzduchová mezera asi  $2 \div 10$  mm, což závisí na velikosti kyvadla, síle magnetu a rozkmitu kyvadla (rozkrmit můžeme upravit změnou vzdálenosti cívky).

Je-li kyvadlo v pohybu, přibližuje se pól magnetu k cívce, míjí ji a zase se vzdaluje. Při přibližování se indukuje v  $L_1$  napětí. Je-li magnet správně půlován, indukuje se v  $L_1$  záporné napětí, které tranzistor otvírá. Z baterie je odebíráno kolektorový proud. Emitorový proud protéká cívkou  $L_2$  zpět k baterii.  $L_2$  je půlována tak, že zesiluje magnetické pole v cívce, indukované magnetem kyvadla. Tím se zesiluje též proud indukovaný v  $L_1$  atd., dochází k zesilování proudu kladnou zpětnou vazbou. Tranzistor je okamžitě zcela otevřen a na  $L_2$  je plné napětí baterie.

Cívka se stává magnetem a přitahuje tyčkový magnet na kyvadle, udílí mu tedy dodatečný impuls. Jakmile projde magnet kyvadla nad cívkom a začíná se vzdalovat na druhou stranu, zeslabuje se vliv jeho magnetického pole na cívku. Podle indukčního zákona se tím v  $L_1$  indukuje napětí s opačnou, tedy kladnou polaritou, přicházející na bázi tranzistoru. Působením tohoto kladného napětí se tranzistor v okamžiku míjení kyvadla uzavírá a cívka  $L_2$  je bez proudu. Její magnetické pole zaniká. Magnet kyvadla, který se musí vzdalovat od cívky, není tedy brzděn. Odpojením tranzistoru dochází v  $L_1$  k indukování magnetického pole opačného smyslu, a příslušný elektrický proud cívkom  $L_2$  je diodou  $D$  zkrotován. Tato dioda je během přibližování kyvadla zapojena v nepropustném směru pro napětí baterie, které je na  $L_2$ . Při zhroucení magnetického pole v cívce přijímá  $D$  energii, která je v tomto magnetickém poli akumulována, a která by jinak v případě brzdila toutéž silou, jakou magnet při přibližování přitahovala. Přibližuje-li se magnet při zpětném pohybu kyvadla z druhé strany cívky, dochází k témuž



Obr. 100. Princip pohonu elektronických hodin

pochodu. Vystačíme tedy bez jakéhokoliv přepínacího kontaktu.

Dioda má pak ještě další úlohu, zabránit divokým kmitům. Vynecháme-li v obr. 99 diodu, máme vlastní oscilátor, který by kmítal i bez kyvadla. Dioda  $D$  však půvlnu tohoto kmítu spojuje na krátko, takže vlastní buzení cívky je vyloučeno. Abychom mohli splnit tento úkol, musí mít  $D$  dostatečně nízký odpor ve vodivém směru a proto použijeme plošnou diodu typu 0Y100 nebo 101, ještě lépe pak 0Y110 popř. 111, třebaže je při těchto proudech zbytečně předimenzována.

O dokonalé činnosti tohoto zapojení se můžeme přesvědčit miliampermétem ( $3 \div 5$  mA). Je-li zapojen do série s baterií, ukáže při každém výkyvu kyvadla jen zcela krátký náraz proudu, jinak (a rovněž při zastavení kyvadla) nesmí být bezpodmínečně naměřen žádný proud. Protéká-li neustále proud několika miliampér, může docházet k vlastnímu buzení stupně. Není-li to vinou špatně půlovaného vinutí, pak je použitá dioda pravděpodobně vysokoohmová. Naproti tomu volba tranzistoru je zcela nekritická. Pro tento účel se hodí jakýkoliv typ pro kolektorovou ztrátu  $25 \div 150$  mW, tedy mezi jiným i všechny druhořadé výrobky. Ze silovací činitel může být mezi  $10 \div 150$ , zbytkový kolektorový proud až 1 mA. Z toho je patrné, že můžeme k tomuto účelu použít i starší méně hodnotné a silně šumící tranzistory. Při stavbě našeho vzorku jsme nepozorovali rozdíly při použití tranzistorů s  $h_{21e} = 12$  až  $h_{21e} = 140$ .

Baterie je zatěžována během pohybu kyvadla skutečně jen krátkými proudovými nárazy několika milampér a proto jsou na ni kladený velmi nízké nároky. Závisí to pochopitelně na rytmu výkyvů, velikosti kyvadla, tření v závěsném ložisku atd. Navzdory tomu všemu vystačíte s normálním monočlánkem nejméně po dobu 1 roku. Proto také můžete baterii do celého zapojení pevně připájet. Zá-

kladním dílem zařízení je cívka.  $L_1$  a  $L_2$  by měly mít každá asi  $1000 \div 1500$  závitů ( $\varnothing$  drátu  $0,16 \div 0,20$  mm CuP). Odpor každého vinutí je  $30 \div 40$   $\Omega$ , minimální hodnota je asi  $20 \Omega$ . Všechna tato data však nejsou příliš kritická. U našeho přístroje byl použit telefonní transformátor, jehož vnější polovina jádra byla odstraněna a jehož vinutí odpovídalo udaným hodnotám. Lze však použít i jakékoliv jiné otevřené cívky o průřezu železného jádra asi  $40 \text{ mm}^2$  a délce 60 mm. Cívku můžeme zhotovit dokonce i z obyčejné cívky od bavlnek, jejíž jádro vytvoříme ze svazku lehce zrezivělých a hladce oříznutých železných drátů.

Závěrem ještě něco k mechanickému převodu kyvadlového pohybu na ručky. K tomu potřebujeme obyčejné elektrické hodiny, u kterých je elektromagnet, dostávající z vnějšku každou vteřinu proudový impuls, přičemž se vždy vteřinová ručka posune o jednu vteřinu. Vteřinové pulsy získáme pomocí kyvadlového mechanismu. Kyvadlo musí kýtat tak pomalu, aby každou vteřinu míjelo jednou cívku (pozorně nastavit délku kyvadla a změnou závaží). Pak dodává baterie každou vteřinu jeden elektrický puls.

Do kladného vedení baterie můžeme nyní zapojit druhý tranzistor (nejlépe pro ztrátu  $P_C = 1$  W, třeba druhořadý – podle použitého relé) emitorem na kladný pól baterie, bází na vedení od cívky  $L_2$  k diodě  $D$ . Mezi kolektor tohoto tranzistoru a záporný pól baterie zapojíme relé 1,5 V. Pomocný tranzistor bude pomocí proudového pulsu kyvadla pokaždé zapojovat ve svém kolektorovém okruhu zapojené relé (které může být konečně napájeno i z pomocné baterie), a to v pravidelných vteřinových intervalech. Toto relé může pak být ještě svým kontaktem propojeno s pomocnými hodinami, které se tím synchronizují s naším kyvadlem a hodiny jdou s toutéž přesností. Kyvadlo samo pak nemusí nic pohánět a jeho ložisko nemusí být nijak zvlášť upravováno.

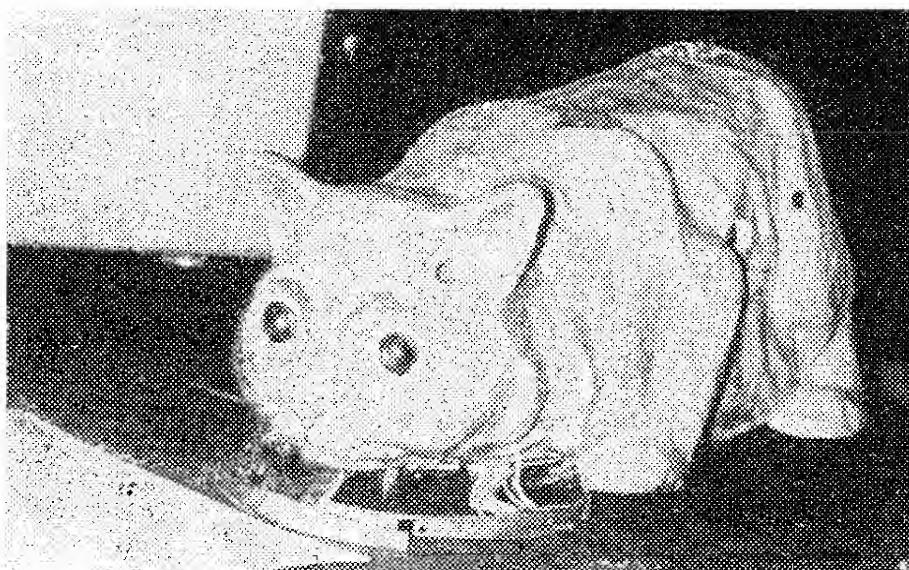
---

**Přejeme vám plné porozumění členů rodiny při bastlování – vaše redakce**

## Pokusy s kybernetickými modely v SSSR

Tyto pokusy se v Sovětském Svazu těší velké oblibě a radioamatéři vystavovali některé konstrukce již na 19. vše-svazové výstavě radioamatérských prací DOSAAF v roce 1963. Zájem o kybernetické modely je těsně spjat se zájmem o vytváření konstrukcí, které mají význam pro národní hospodářství.

pracuje s elektronkami. Ve srovnání s kybernetickou kočkou na dalším obrázku dává EMA ještě jiný impuls konstruktérské myslí: nenapodobovat formu nějakého zvířátka, ale popustit uzdu fantazii a sestrojit třeba měsíční vozidlo, nebo model tanku, případně kybernetickou „náplň“ stroje kombinovat s dálkovým radiovým ovládáním. To by už bylo vozítko s téměř univerzálním použitím (kybernetika by mohla být též kombino-



Na našich fotografiích vidíte dvě ukázky konstrukce kybernetického pojízdného vozítka – takového, jaký je popisován v tomto čísle RK jako kybernetická želva.

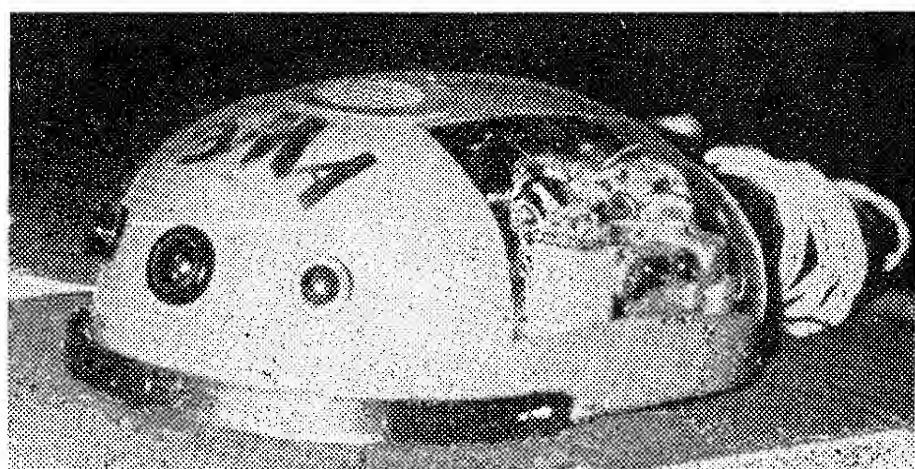
I to by mohl být dobrý námět pro ty, kdo ještě plně nevěří tranzistorům, nebo si na ně nezvykli a lépe se jim

Kybernetická kočka dvou konstruktérů ze Saratova. Má orgány zraku, sluchu a hmatu. Na základě tohoto pokusného přístroje sestrojili zařízení pro samočinné zapínání a vypínání strojů v jedné sklárně v Saratově

vána se zpětnou signalizací ovládacímu místu o stavu prostředí, případně s návrhem na okamžité reagování, k němuž by došlo až po povolení z ovládacího místa).

Jak je vidět, zamýšlení i nad několik let starými fotografiemi může usměrnit naše myšlení zcela novým směrem. Kdo to zkusi?

Poněkud modernější tvar má EMA, automat vybavený hmatem, sluchem a zrakem, pro předvádění pohyblivého agregátu, který si sám nachází cestu za světelným zdrojem a vyhýbá se překážkám



## Jak nahrazovat polovodičové prvky z NDR?

Zkušenější čtenář si s náhradou tranzistorů a diod v popisovaných schématech jistě poradí sám. V textu jsou u každého zapojení uvedeny rámcové požadavky na výkon, maximální proud atd. jednotlivých prvků, podle toho lze nalézt nás výhovující typ nalistováním Katalogu elektronek, obrazovek a polovodičových prvků Tesla (za 5,- Kčs k dostání v prodejnách radiosoučástek, nebo na dobírku v prodejně Radioamatér, Praha 2 Žitná 7, tel. 228631). Protože většina zapojení, uvedených v tomto čísle, není choulostivá na kvalitu tranzistorů (vesměs nízkofrekvenčních), použije většina konstruktérů buď starší typy ze svých zásob, nebo bude kupovat s ohledem na náklady. To znamená, že většinou půjde o tranzistory typu npn. Protože v zapojeních tohoto čísla jsou používány vesměs tranzistory typu pnp, půjde též o úpravu zapojení, se kterou si opravdu každý může poradit. Tato změna spočívá ve změně polarity zdroje a elektrolytických kondenzátorů, jinak všechny úvahy, návody k uvedení do chodu a k nastavení přístrojů zůstávají v nezměněné platnosti.

Presto snad nebude na škodu zmínit se o hlavních parametrech použitých tranzistorů a diod NDR, pokud se nám je podařilo zjistit. V tabulkách na str. II, obálky a na str. 62 jsou uvedeny hlavní hodnoty, z nichž nejzajímavější pro úvahy o náhradě našimi typy je údaj  $P_{Cmax}$  u tranzistorů a  $I_{AKmax}$ ,  $U_{KAm\text{ax}}$  u diod. Ekvivalenty Tesla, uvedené v posledním sloupci, jsou míňeny jen jako vodítka pro daný účel, tj. pro konstruktéra popisovaných kybernetických zapojení. To znamená, že nebyly brány na zřetel speciální parametry, které je nutno brát v úvahu při zvláštních aplikacích – v impulsní technice, při použití tranzistorů jako spínačů apod. Zároveň nejsou vědomě jako ekvivalenty uvedeny naše tranzistory typu npn, aby nedošlo k záměně s popisovanými typy pnp a tím k jejich případnému zničení. Rádi bychom ale ještě jednou zdůraznili, že typy npn

### Ge diody NDR

Typ	$I_{KA}$ při $U_{AKmax}$ (mA)	$U_{KA}$ (V)	$I_{KAmax}$ při $U_{KA}$ ( $\mu$ A)	$U_{KAm\text{ax}}$ (V)	$I_{AKmax}$ (mA)	$U_{KAm\text{ax}}$ (V)	v imp. (mA)	$U_{KAm\text{ax}}$ [V]	Ekvivalent
0A625	5	1	100	10	20	22	100	30	1÷7NN41
0A705	3	1	15	10	10	110	100	120	5NN41
0Y100	100	0,5	200	20	100	20	3000	32NP75, 1NP70	
0Y101	100	0,5	200	50	100	50	3000	33NP75, 1NP70	
0Y110	1000	1	200	20	1000	20	6000	42NP75, 1NP70	
0Y111	1000	1	200	50	1000	50	6000	42NP75, 1NP70	

jsou u nás levnější a plně nahradí co do základních požadavků typy npn, s výjimkou výkonových, které se u nás (jako ostatně i v ostatních zemích) v provedení npn nevyrábějí. Proto doporučujeme všem zájemcům o popisované konstrukce, aby pilným listováním v Katalogu nejdříve pečlivě vybrali ten nejlépe vyhovující typ tranzistoru nebo diody a předem uvážili náklady – někdy i ten lepší typ tranzistoru, dražší řekněme o 10,— Kčs, neznamená ekonomicky oprávněnou investici, stačil by bohatě i ten levnější. Někdo zase bude investovat s perspektivou jiného pozdějšího využití tranzistoru, řekněme v Hi-Fi nf zesilovači, rozhodne se pro novější, lepší a dražší typ. To jsou už ale úvahy, které si každý musí absolvovat a zvážit sám.

A závěrem o Zenerově diodě SZ505. Nevyplatilo by se pro tuto jedinou diodu sestrojovat tabulkou, proto její parametry uvádíme zde: je to Si Zenerova dioda pro  $U_z = 5,3 \div 6,0$  V,  $r_z = 35 \Omega$  při proudu 10 mA,  $I_z = 100$  mA,  $I_{AKmin} = 250$  mA při +1V,  $I_{KAmaz} = 0,1 \mu A$  při -1 V,  $P_{dmax} = 5$  W s chladicí plochou asi  $40 \text{ cm}^2$ . Z toho vyplývá, že jejím ekvivalentem je naše INZ70, která má prakticky shodné parametry.

Pokud jste nenašli v našich tabulkách údaje některých tranzistorů a diod, jde o typy, které se běžně nevyskytují. Věříme však, že podle popisu zařízení, ve kterých jsou použity, si pozorný čtenář sám najde a vyzkouší nejlépe vyhovující náš ekvivalent.

### Co pro vás připravujeme na příští rok

Též v příštím roce bude Radiový konstruktér vycházet dvouměsíčně. Připravili jsme téhoto šest titulů: Elektronické hudební nástroje, Prenosný tranzistorový televizní přijímač, Stereofonie, Elektrické hračky, Elektronika v domácnosti, VKV technika a antény (s ohledem na příjem FM rozhlasu a televize).

Protože redakce nemůže k začátku roku shromáždit všechny rukopisy nehledě k tomu, že by to způsobilo též stárnutí materiálu a potíže při doplňování ruko-

pisu posledními novinkami a zajímavostmi, můžeme dát čtenářům jen omezenou záruku, že se nám podaří vydat uvedené tituly tak, jak jsou zamýšleny. Přesto, na základě zkušeností z tohoto roku můžeme očekávat, že svůj slib splníme. Může snad dojít jen ke změně pořadí titulů.

Zároveň výhodou Vás rádi upozornili, že nemůžeme vyhovět všem dodatečným písemným žádostem o zaslání chybějícího výtisku, proto si věcas náš časopis objednejte u PNS.

### Vyučovací stroj ER-10

V poslední době se začínají na nejrůznějších školách pokusně ověřovat různé vyučovací stroje. O jejich významu a možnostech již psal náš a zahraniční tisk, v našem časopise Amatérské radio se chystáme v příštím roce též přiblížit čtenářům tuto novou velmi zajímavou a užitečnou oblast užité elektroniky. Zatím informujeme naše čtenáře o jednom z prvních dokonalejších vyučovacích strojů, který sestrojil inž. Josef Adamčík z Brna.

Vyučovací stroj ER-10 je univerzální vyučovací stroj typu examinátor a repeter. Částečně může plnit též funkci lektor.

Stroj má rozměr většího kancelářského psacího stroje. Pracuje s využitím elektromagnetických relé a krokových telefonních voličů a prvků soudobé automatiky.

Program se do stroje vkládá pomocí děrných štítků, z nichž je pak pro činnost stroje program snímán pomocí kontaktních snímačů kódu. Děrné štítky jsou vyrobeny z tuhých novodurových folií, běžně používaných v praxi jako podložky na psaní. Kromě kódové informace pro stroj obsahuje každý štítek otevřený text nebo zkušební otázky. Tím je vyloučena možnost záměny textu a programu.

Každý štítek má desetimístný kód, který můžeme pomocí zvláštního kódového přepínače na stroji ještě kombinovat v dalších 50 kódových míst. To prakticky znamená, že na jednom kódovém štítku je obsaženo 50 otázek, nebo 50 odpovědí apod.

Systém odpovědí je tlačítkový, číslicový. Metoda odpovědí je buď výběrová, z několika předložených odpovědí, nebo tvorivá, při úlohách na samostatný zákův výpočet. Je však možno kombinovat libovolně navzájem obě metody.

Hodnocení odpovědí je rozděleno do tří stupňů podle obtížnosti. Při zkoušení je po každé nesprávné odpovědi zaznamenávána chyba, která je současně indikována červeným světelným signálem *CHYBA*.

Po ukončení předložené série úkolů se uvede stroj automaticky do koncové polohy. Po stisknutí tlačítka pro hodnocení rozsvítí se na předním panelu známka za odpověď, v závislosti na stupni obtížnosti otázek. Současně je možno v okénku počitadla chyb určit celkový počet chybných odpovědí.

Pracuje-li stroj v režimu opakování (repetitor), pak z psychologických důvodů nejsou chyby indikovány červeným světelným signálem, ani nejsou registrovány počitadlem chyb. Ve stroji je uvedena v činnost reléová paměť, která uchovává správné odpovědi. Ty jsou pak indikovány rozsvícením čísel po stisknutí tlačítka hodnocení. Pomocí tohoto systému může tedy žák kontrolovat kvalitu svých odpovědí, zjistit přesně místo chybné odpovědi (čísel výpočtu) při sérii odpovědí na jednu otázkou.

Navíc, v režimu opakování, si může žák vyžádat pomoc stroje, nemůže-li ani po několika pokusech určit správnou odpověď. V takovém případě vydá stroj samičinně sled správných odpovědí, nebo číselních výpočtů. Dotaz na správné odpovědi pomocí automatiky stroje lze libovolně pro kterýkoliv kód opakovat. Této automatiky lze také využít při učení nové látky, je-li text vhodně kombinován

s kontrolními otázkami, jež sledují účel pochopení předloženého učebního textu.

Aby nemohl žák podvádět tím, že by si nejdříve nechal předložit automatikou stroje správné odpovědi a pak sám výtečně odpovídal, je zde možnost vložit do kódu programového štítku povel pro zablokování automatiky odpovědi.

Aby nemohlo dojít k chybnému hodnocení odpovědí, je zde systém elektrické kontroly kódu, tedy správného zasunutí děrného štítku. Bez této kontroly není možno přikročit k vlastní práci se strojem.

Systém vyučovacího stroje ER-10 je řešen tak, že je možno jej po určitém doplnění využít jako kolektivní vyučovací stroj, spřažený s automatickým programováním ve spojení s diaprojektorem ADIOR.

Sestavování programů pro tento typ vyučovacího stroje je spojeno s určitou nutnou pedagogickou praxí. Zhotovení programových karet je však velmi jednoduché.

Napájení stroje je uskutečněno z běžné střídavé sítě 220 V. Celkový příkon nepřevyšuje 100 W. Nároky na stabilitu síťového napětí jsou velmi nízké.

Jaké jsou možnosti využití takového vyučovacího stroje? Může být používán pro opakování a zkoušení látky počínaje základní devítiletkou a konče laboratorními cvičeními na vysokých školách. Stejně dobře může sloužit pro výevík v ovládání nejrůznějších přístrojů, zkoušení znalosti funkce různých elektrických a jiných obvodů, řešení dopravních situací a zkoušení dopravních značek atd. Možnosti jsou velmi široké.

Problematice vyučovacích strojů a zvládnutí technické stránky věci se u nás

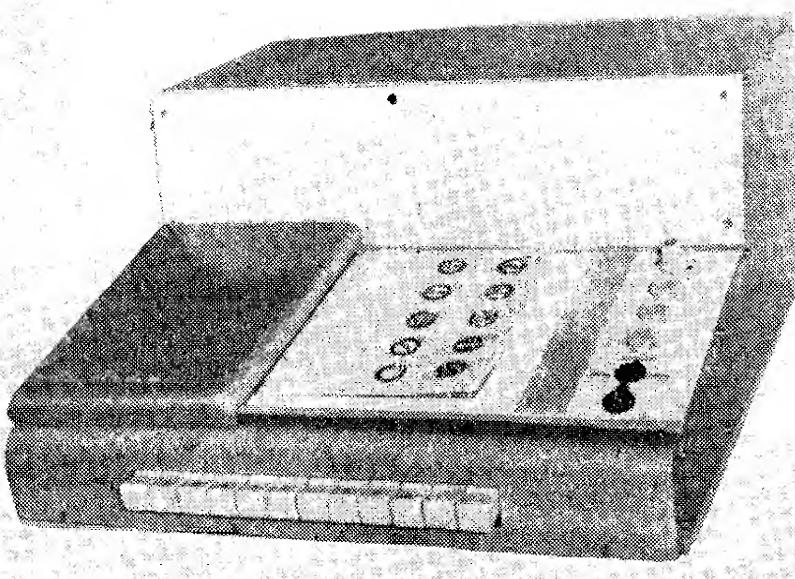
**RADIOVÝ KONSTRUKTÉR** – časopis Svazarmu, vychází dvouměsíčně. Vydává Vydatelství časopisů MNO, Praha 1, Vladislavova 26, tel. 234 355-7. ● Hlavní redaktor František Smolík ● Redakční rada: K. Bartoš, inž. J. Čermák, K. Donát, O. Filka, A. Hálek, inž. M. Havlíček, V. Hes, inž. J. T. Hyanc, K. Krbec, A. Lavante, inž. J. Navrátil, V. Nedvěd, inž. J. Nováková, inž. O. Petráček, K. Pytner, J. Sedláček, J. Vetešník, L. Zýka ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, telefon 223 630 ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,— Kčs ● Rozšiřuje Poštovní novinová služba, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO – administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každý poštovní úřad a doručovatel ● Dohledací pošta Praha 07 ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Tiskne Naše Vojsko, závod 01, Na Valech 1, Praha 6, Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyzádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 20. prosince 1965.

© Vydatelství časopisů MNO Praha

A-17\*51678

## Nf tranzistory NDR

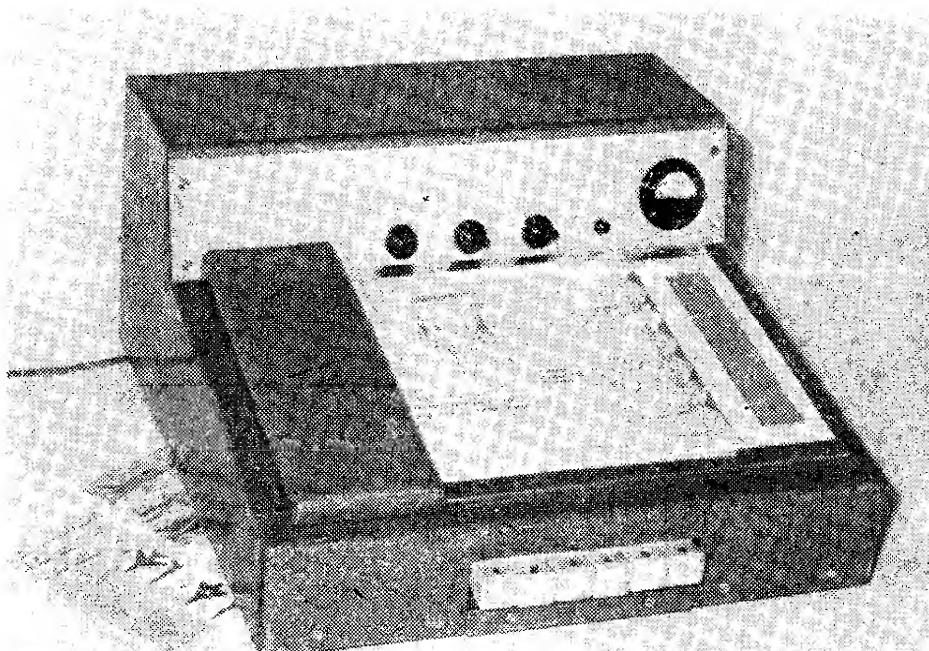
Typ	ICBOmax při UCB ( $\mu$ A)		h <sub>21e</sub> při U <sub>CE</sub> a I <sub>C</sub> (V) (mA)		f <sub>max</sub> (MHz)	T <sub>jmax</sub> (°C)	P <sub>Bmax</sub> (V)	I <sub>Cma</sub> (mA)	P <sub>Cmax</sub> (mW)	P <sub>Cmax s chlad.</sub> plochou 100 cm <sup>2</sup> (mW)	Ekvivalent Tesla
	I <sub>CB0max</sub> při UCB ( $\mu$ A)	(V)	h <sub>21e</sub> při U <sub>CE</sub> a I <sub>C</sub> (V) (mA)	(V)							
GC100	15	6	30 ÷ 90	6	2	1,0	75	15	15	75	175
GC101	15	6	30 ÷ 90	6	2	1,0	75	15	15	75	175
GC121	15	6	30 ÷ 90	6	10	0,5	75	20	150	75	175
GC825	30		10 ÷ 80			0,2			150	120 ÷ 150	0C75 ÷ 77
GD120	30	6	20 ÷ 25	7	100	0,2	75	33	350	500	1500
GD160	50	6	20	6	200	0,2	75	20	350	500	2500
LC825	30		10 ÷ 80			0,2			150		0C500 ÷ 502
0C810 ÷ 816	15	6	20 min.			0,2 ÷ 0,3					0C75 ÷ 77
0C821	15	6				0,3	75	20	125	100	0C70 ÷ 72
0C825	15	6		20 min.		0,3			150	150	0C75 ÷ 77
0C832	30	6							500	1000	2 × GC500 ÷ 502 apod.



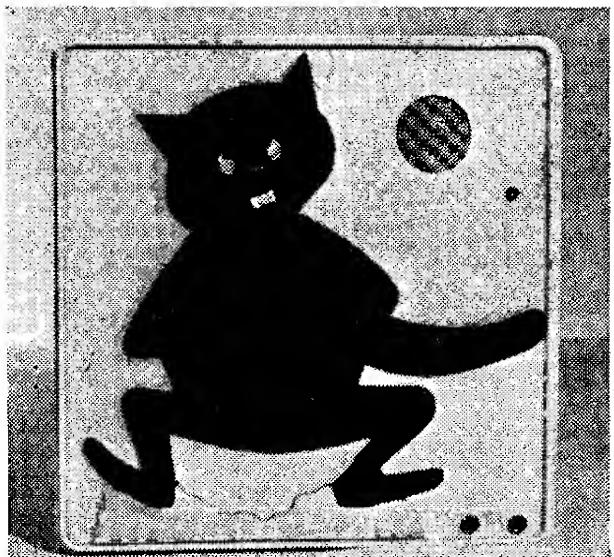
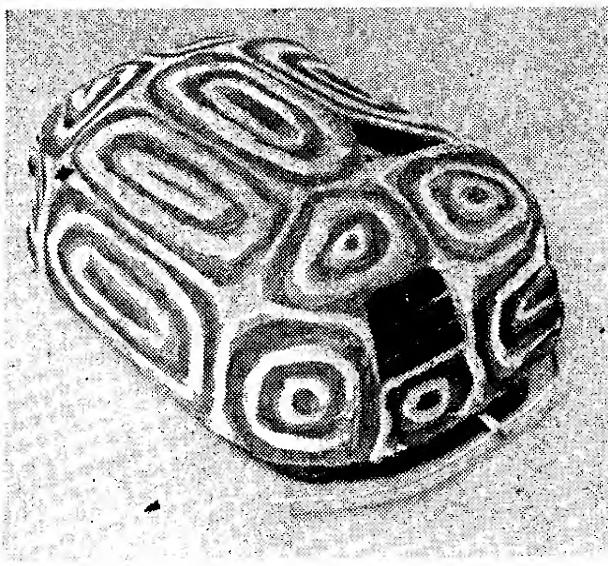
*Vyučovací stroj ER-10 se založeným děrným štítkem programu autoškoly pro výuku dopravních značek*

do posud věnovalo málo pozornosti, určitě méně, než by si tento zajímavý obor zaslouhoval. V některých organizacích Svazarmu začali s pokusy s využitím jednoduchých vyučovacích strojů pro některé odborné kurzy. Těch několik ucelených a technicky vyspělých konstrukcí vyučovacích strojů je dílem několika nadšenců.

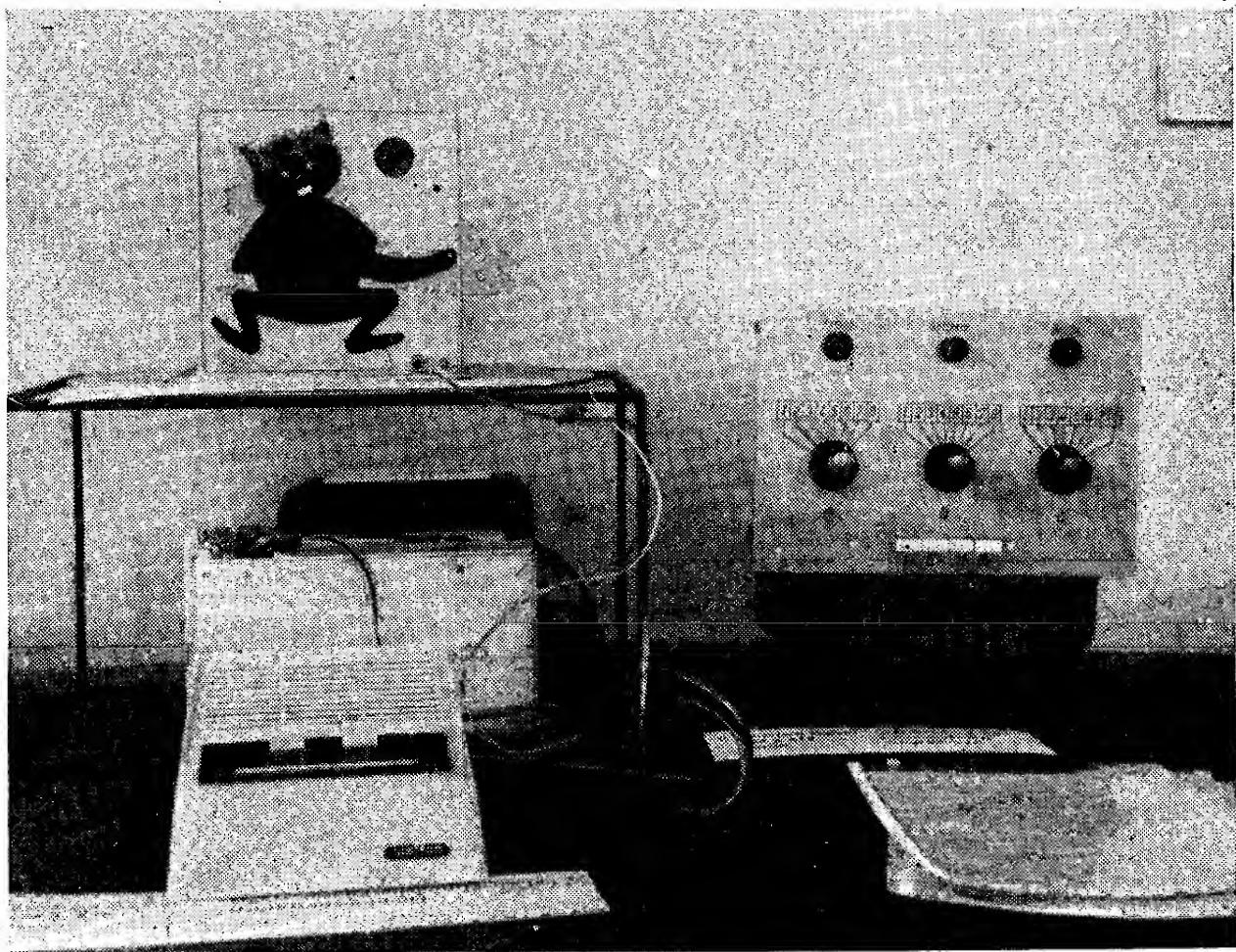
Přitom konstrukce podle vyzkoušeného návodu není vůbec obtížná. Věříme, že se najde dost zájemců ať z kruhu pedagogů, nebo otců neprospívajících dítěk, nebo konečně i nadšenců o novou věc. Připravujeme pro vás popis vyučovacího stroje ER-10 s návodem na sestrojení v prvních číslech 1966 časopisu Amatérské radio.



*Jednodušší vyučovací stroj ER-6, který sloužil jako základ pro vývoj stroje ER-10. Pro stavbu obou strojů bylo použito starých vyřazených telefonních relé a krokových voličů*



*Nejde o mandelinku bramborovou, i když o jistou podobnost s jiným živočichem zde opravdu jde. Podobně kočka, nakreslená na víku krabičky, nemá strašit nepovolané osoby nebo sloužit dětem ke hraní. Jsou to hračky pro dospělé a přitom dosti náročné na konstrukční zdatnost*



*Malý výběr několika kybernetických konstrukcí, popsaných v tomto čísle. Chcete zkoumat nejjádrovější reflexy zvířat a napodobit je elektronicky? Chcete zvýšit prospěch svého potomka? Čtěte uvnitř čísla*